

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально–педагогический  
университет»

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ ДНИЩА  
КИСЛОТОХРАНИЛИЩА**

Выпускная квалификационная работа  
Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение(по отраслям)  
Профиль Машиностроение и материалобработка  
Профилизация Технологии и технологический менеджмент в сварочном  
производстве  
Идентификационный код ВКР: 613

Екатеринбург 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально–педагогический  
университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и  
металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ИММ  
\_\_\_\_\_ Б.Н.Гузанов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

### **Разработка технологии сборки и сварки днища кислотохранилища**

Исполнитель:  
студент группы ЗСМ-503 \_\_\_\_\_ Д.О.Половников

Руководитель:  
Доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_ Н.И.Ульяшин

Нормоконтролер:  
к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Л.Т.Плаксина

Екатеринбург 2018

## АННОТАЦИЯ

Дипломная работа содержит листов машинописного текста, таблиц, 12 рисунков, 22 использованных источника, 3 приложения на 3 листах, графическую часть на 6 листах формата А1.

Ключевые слова: СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ, ДНИЩЕ, СТАЛЬ 09Г2С, ТЕХНОЛОГИЯ, ПРОГРАММА ПЕРЕПОДГОТОВКИ РАБОЧИХ.

Главной задачей данного проекта является разработка технологического процесса сборки и сварки изделия Днище кислотохранилища.

В технологической части проекта приведены расчеты режимов сварки и приведен подбор сварочного оборудования.

Экономическая часть содержит расчет себестоимости сварки изделия «Днище», сравнение основных технико-экономических показателей с базовым вариантом.

Разработана программа переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» план-конспект урока теоретического обучения для переподготовки квалификации рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 3 категории.

					ДП 44.03.04.613 ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛО- ГИИ СБОРКИ И СВАРКИ ДНИЩА- КИСЛОТОХРАНИЛИЩА			Литер	Лист	Листов
Разраб.	Половников									
Провер.	Ульяшин.									2
								ФГАОУ ВО РГППУ Май каф. МСП, гр 3СМ-503		
Н. Контр.	Плакшина Л.Т									
Утверд.	Гузанов Б.Н.									

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						4
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Инженерный раздел.....	8
1.1 Характеристика изделия.....	8
1.2 Характеристика материала изделия.....	8
1.3 Характеристика свариваемости материала.....	11
1.4 Выбор способа сварки.....	14
1.5 Описание технологического процесса изготовления заданной сварной конструкции.....	22
1.6 Выбор сварочных материалов.....	24
1.7 Расчет режима дуговой сварки в смеси газов $Ar+CO_2$ по площади наплавленного металла.....	28
1.8 Оборудование для сборки-сварки .....	34
1.9 Контроль качества сварного шва.....	40
2 Технико-экономическое обоснование проекта.....	42
2.1 Определение капиталобразующих инвестиций .....	42
2.2 Расчет капитальных вложений.....	48
2.3 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций.....	50
2.4 Расчет полной себестоимости изделия.....	57
2.5 Расчет основных показателей сравнительной эффективности.....	63
3 Методический раздел.....	70
Заключение.....	83
Список использованных источников.....	85
Приложение -Спецификация.....	87

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						5
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

## ВВЕДЕНИЕ

Во всех отраслях машиностроения широко применяют высокопроизводительные и экономически эффективные технологические процессы сварки, наплавки, термической резки, позволяющие успешно обрабатывать почти все конструкционные материалы толщиной от десятков микрон до нескольких метров.

Задачей дипломного проекта является разработка технологии и подбор оборудования автоматической сварки изделия «Днище кислотохранилища»

Расчёт параметров режима сварки, геометрических параметров сварных швов, расчёт химического состава и механических свойств металла шва выполнен с применением специальной программы, позволяющей выполнять расчёт указанных параметров для низкоуглеродистых толщиной до 12 мм – для угловых швов, и толщиной до 12 мм – для стыковых швов.

Разрабатываемый технологический процесс сварки должен не только обеспечивать получение надёжных сварных соединений и конструкций, отвечающих всем эксплуатационным требованиям, но должен также допускать максимальную степень механизации и автоматизации производственных процессов изготовления изделий.

При разработке данного дипломного проекта с применением автоматизации трудоёмких процессов решаются следующие неразрывно связанные технические, экономические задачи: увеличение производительности труда путём замены ручного труда работой автомата; сокращение общего количества технологических операций; снижение себестоимости продукции путём уменьшения прямых производственных затрат при увеличении производительности труда.

Объектом разработки является технологический процесс изготовления изделия днище кислотохранилища .

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						6
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

Предметом разработки является процесс сборки и сварки днище кислотохранилища.

Цель данного дипломного проекта разработать технологию и подобрать оборудование для изготовления изделия «Днище».

Для достижения поставленной цели в проекте решается ряд задач таких как:

- Расчет основных параметров режимов сварки;
- Разработка технологии изготовления изделия «Днище кислотохранилища»;
- Выбор оборудования необходимого для изготовления изделия;
- Расчет экономической эффективности от представленных мероприятий;
- Разработка методики переподготовки рабочих в условиях предприятия;

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления , включающий автоматическую сварку в защитном газе; в экономической части - приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства .

В процессе разработки дипломного проекта использованы следующие методы:

- теоретические методы, включающие анализ специальной научной и технической литературы, а также обобщение, сравнение, конкретизацию данных, расчеты;
- эмпирические методы, включающие изучение практического опыта и наблюдение.

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						7
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

# 1 ИНЖЕНЕРНЫЙ РАЗДЕЛ

## 1.1 Характеристика изделия

Изделие– «Днище кислотохранилища» относится к первой группе конструкций, которые представляют собой сварные конструкции, либо их элементы, работающие в условиях изгиба изделия или подвергающиеся непосредственному воздействию динамических, вибрационных или подвижных нагрузок– регламентировано СНиП II-23-81\* «Стальные конструкции: Нормы проектирования».

Выбор конструкционных материалов для изготовления сосудов и емкостей связан с условием эксплуатации. При конструировании аппаратуры приходится учитывать большое число факторов, влияющих на долговечность и надежность конструкции.

Помимо обычных требований к материалам (достаточная прочность, пластичность, вязкость, свариваемость, стабильность свойств во времени), приходится рассматривать коррозионную стойкость материала, возможность коррозионного растрескивания под действием внутренних сил, экономическое взаимодействие сопрягающихся элементов конструкции, изменение свойств материалов под воздействием агрессивных сред, температуры и давления, возможность коррозионной усталости металлов, эрозии и т.д.

Для изготовления данной конструкции принимаем сталь – 09Г2С.

## 1.2 Характеристика материала изделия

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						8
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		



Маркировка стали 09Г2С говорит о ее химических составляющих. ГОСТ 5058-65 оговаривает следующие буквенные обозначения для легирующих добавок, входящих в состав сплава:

- «Г» - марганец;
- «С» - кремний;

Первая цифра означает содержание углерода в процентах. Цифры после букв, соответствующих легирующим добавкам – их процентное количество в данной марке стали. Исходя из всего вышесказанного можно расшифровать сталь 09Г2С по ГОСТ как сплав, содержащий 0,09% углерода, 2% марганца и кремний, количество которого не превышает 1%.

**Сталь 09Г2С** относится к низколегированным сталям, общее количество легирующих добавок в которых не превышает 2,5% (в отличие от высоколегированных, где этот показатель - свыше 10%). Заменить сталь 09Г2С можно следующими марками: 09Г2, 09Г2ДТ, 09Г2Т, 10Г2С, а также 19Мн-б.

Основное предназначение этой стали – использование ее для сварных конструкций.

При сварке листов 09Г2С, толщина которых не превышает 40 мм, применяют способ без разделки кромок. Прочность по всей длине сварного шва обеспечивается переходом легирующих элементов в металл шва из электрода. При многослойной сварке лучше применять каскадный метод с использованием токов 40-50 А на 1 мм электрода, для предупреждения перегрева стали. Рекомендуемая толщина электрода – 4-5 мм. При сварке более толстых листов лучше использовать многослойную сварку с небольшими временными промежутками перед наложением следующих слоев. При дуговой сварке кромок с разной толщиной большую часть дуги нужно направлять на более толстую кромку и параметры тока выбирать по ней же. Для того, чтобы устранить закалку и повысить твердость шва следует нагреть изделие до 650°С, выдержать при этой температуре (время выдержки зависит от толщины материала, в среднем дается 1 час на каждые 25 мм толщины). После этой процедуры изделие нужно охладить на воздухе или в горячей воде.

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						9
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

Широкое распространение и популярность стали 09Г2С объясняется тем, что ее высокие механические свойства позволяют экономить при изготовлении строительных конструкций. Более того, такие конструкции имеют меньший вес. Области применения этой марки стали весьма разнообразны. Из нее изготавливаются элементы и детали сварных металлических конструкций, которые могут работать при температурах от -70 °С до +450°С. Используется 09Г2С лист и для производства листовых конструкций в нефтяной и химической промышленности, судостроении и машиностроении. После закалки и отпуска из этого сплава можно изготавливать детали трубопроводной арматуры. Устойчивость к низким температурам позволяет применять трубу 09Г2С в условиях крайнего севера для прокладки нефте – и газопроводов. Химический состав стали 09Г2С приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав стали 09Г2С, % по ГОСТ 19281 – 89[1]

Элемент	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
Содержание, %	до 0,12	0,5-0,8	1,3-1,7	до 0,3	до 0,04	до 0,035	до 0,15	до 0,008	до 0,3	до 0,08

Механические свойства стали 09Г2С представлены в таблице .2.

Таблица 2 – Механические свойства стали 09Г2С по ГОСТ 19281 – 89[1]

Показатель	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Макс относит удлинение, %	Свариваемость	Склонность к отпускной хрупкости
Значение	500	350	18	Без ограничений	Не склонна

По сравнению с высокоуглеродистыми низколегированные стали обладают более высоким пределом текучести, пониженной склонностью к механическому старению, повышенной хладостойкостью, лучшей коррозионной стойкостью, низкой ударной вязкостью. Так как углерода в стали мало, то сварка ее довольно проста, причем сталь не закаливается и не перегревается в процессе сварки, благодаря чему не происходит снижение пластических свойств или увеличение ее зернистости. К плюсам применения этой стали можно отнести также, что она не склонна к отпускной хрупкости и ее вязкость

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						10
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

не снижается после отпуска. Вышеприведенными свойствами объясняется удобство использования 09Г2С от других сталей с большим содержанием углерода или присадок, которые хуже варятся и меняют свойства после термообработки.

### 1.3 Оценка свариваемости стали

Свариваемость – это способность стали данного химического состава давать при сварке тем или иным способом высококачественное сварное соединение без трещин, пор и прочих дефектов. От химического состава стали зависит ее структура и физические свойства, которые могут изменяться под влиянием нагрева и охлаждения металла при сварке. На свариваемость стали влияет содержание в ней углерода и легирующих элементов.

При оценке свариваемости роль химического состава стали является преобладающей. По этому показателю в первом приближении проводят оценку свариваемости.

При оценке влияния химического состава на *свариваемость сталей*, кроме содержания углерода, учитывается также содержание других легирующих элементов, повышающих склонность стали к закалке. Это достигается путем пересчета содержания каждого легирующего элемента стали в эквиваленте по действию на ее закаливаемость с использованием переводных коэффициентов, определенных экспериментально. Суммарное содержание в стали углерода и пересчитанных эквивалентных ему количеств легирующих элементов называется углеродным эквивалентом. Для его расчета существует ряд формул, составленных по различным методикам, которые позволяют оценить влияние химического состава низколегированных сталей на их свариваемость:

$$[C]X = C + Mn/9 + Cr/9 + Ni/18 + 7Mo/90 \text{ (метод Сефериана)} \quad (1)$$

$$C_{\Sigma} = 0,09 + 1,3/9 + 0,3/9 + 0,3/18 = 0,28\%$$

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						11
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

Цифры указывают содержание в стали в массовых долях процента соответствующих элементов.

Каждая из этих формул приемлема лишь для определенной группы сталей, однако значение углеродного эквивалента может быть использовано при решении практических вопросов, связанных с разработкой технологии сварки. Достаточно часто расчеты химического углеродного эквивалента для углеродистых и низколегированных конструкционных сталей перлитного класса выполняются по формуле Сефериана.

По свариваемости стали условно делят на четыре группы: хорошо сваривающиеся, удовлетворительно сваривающиеся, ограниченно сваривающиеся, плохо сваривающиеся (таблица 3).

Таблица 3 - Классификация сталей по свариваемости

Группа	Свариваемость	Эквивалент $C_{\Sigma}$ , %	Технологические меры			
			подогрев		термообработка	
			Перед сваркой	Во время сварки	Перед сваркой	После сварки
1	Хорошая	$<0,2$	–	–	–	Желательна
2	Удовлетворительная	$0,2-0,35$	Необход.	–	Желательна	Необходим
3	Ограниченная	$0,2-0,35$	Необход.	Желателен	Необходима	Необходима
4	Плохая	$>0,45$	Необход.	Необходим	Необходима	Необходима

К первой группе относят наиболее распространенные марки низкоуглеродистых и легированных сталей ( $[C]X \leq 0,38$ ), сварка которых может быть выполнена по обычной технологии, т.е. без подогрева до сварки и в процессе сварки, а также без последующей термообработки. Литые детали с большим объемом наплавленного металла рекомендуется сваривать с промежуточной

термообработкой. Для конструкций, работающих в условиях статических нагрузок, термообработку после сварки не производят. Для ответственных конструкций, работающих при динамических нагрузках или высоких температурах, термообработка рекомендуется

Ко второй группе относят углеродистые и легированные стали ( $[C]_{\text{х}}=0,39-0,45$ ), при сварке которых в нормальных условиях производства трещин не образуется. В эту группу входят стали, которые для предупреждения образования трещин необходимо предварительно нагревать, а также подвергать последующей термообработке. Термообработка до сварки различная и зависит от марки стали и конструкции детали. Для отливок из стали 30Л обязателен отжиг. Детали машин из проката или поковок, не имеющих жестких контуров, можно сваривать в термически обработанном состоянии (закалка и отпуск). Сварка при температуре окружающей среды ниже  $0^{\circ}\text{C}$  не рекомендуется. Сварку деталей с большим объемом наплавляемого металла рекомендуется проводить с промежуточной термообработкой (отжиг или высокий отпуск).

Сварка стали 09Г2С возможна как при подогреве до  $100-120^{\circ}\text{C}$ , с последующей термической обработкой, так и без подогрева и обработки. Хорошая свариваемость стали обеспечивается благодаря низкому (меньше 0,25%) содержанию углерода. Если углерода больше, то в сварном шве могут образовываться микропоры при выгорании углерода и возникать закалочные структуры, что ухудшает качество шва. Еще одно достоинство этой марки состоит в том, что сталь 09Г2С не склонна к отпускной хрупкости, то есть ее вязкость не снижается после процедуры отпуска. Она также устойчива к перегреву и образованию трещин.

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						13
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

## 1.4 Выбор способа сварки и сварочных материалов

### Ручная дуговая сварка

К электроду и свариваемому изделию для образования и поддержания сварочной дуги от источников сварочного тока подводится постоянный или переменный сварочный ток. Дуга расплавляет металлический стержень электрода, его покрытие и основной металл как показано на (Рис. 1.2). Расплавляющийся металлический стержень электрода в виде отдельных капель, покрытых шлаком, переходит в сварочную ванну. В сварочной ванне электродный металл смешивается с расплавленным металлом изделия (основным металлом), а расплавленный шлак всплывает на поверхность.

Глубина, на которую расплавляется основной металл, называется глубиной проплавления. Она зависит от режима сварки (силы сварочного тока и диаметра электрода), пространственного положения сварки, скорости перемещения дуги по поверхности изделия (торцу электрода и дуге сообщают поступательное движение вдоль направления сварки и поперечные колебания), от конструкции сварного соединения, формы и размеров разделки свариваемых кромок и т. п. Размеры сварочной ванны зависят от режима сварки и обычно находятся в пределах: глубина до 7 мм, ширина 8—15 мм, длина 10—30 мм. Доля участия основного металла в формировании металла шва обычно составляет 15—35%.

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						14
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

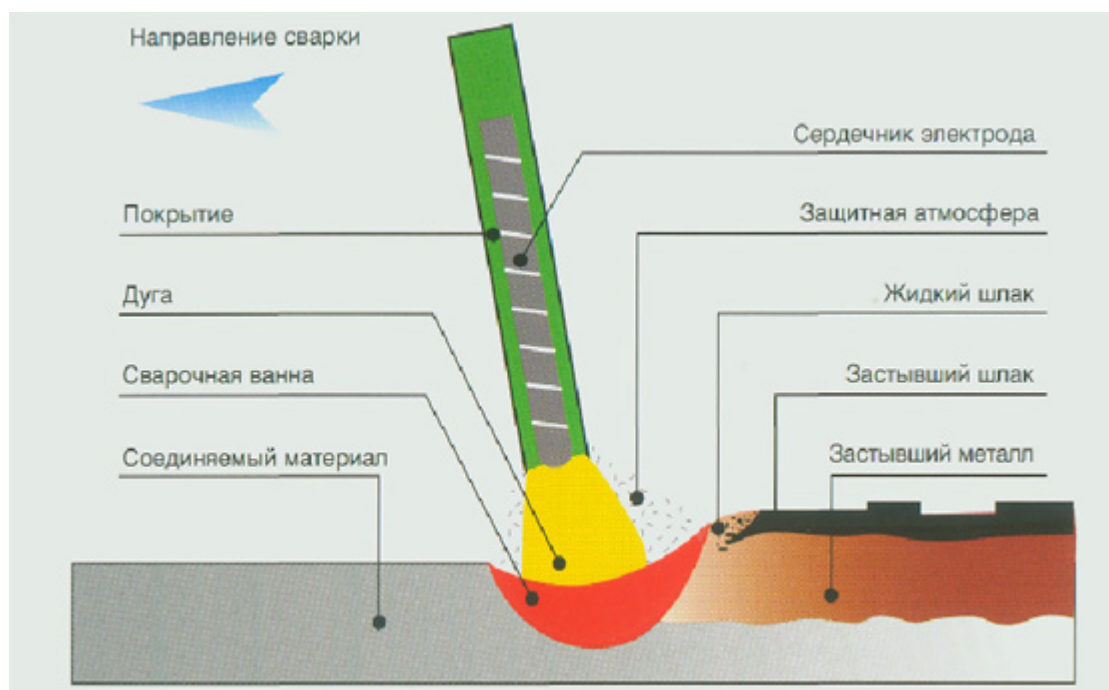


Рисунок 1- Схема ручной электродуговой сварки

Расстояние от активного пятна на расплавленной поверхности электрода до другого активного пятна дуги на поверхности сварочной ванны называется длиной дуги. Расплавляющееся покрытие электрода образует вокруг дуги и над поверхностью сварочной ванны газовую атмосферу, которая, отесняя воздух из зоны сварки, препятствует взаимодействиям его с расплавленным металлом. В газовой атмосфере присутствуют также пары основного и электродного металлов и легирующих элементов. Шлак, покрывая капли электродного металла и поверхность расплавленного металла сварочной ванны, способствует предохранению их от контакта с воздухом и участвует в металлургических взаимодействиях с расплавленным металлом.

Кристаллизация металла сварочной ванны по мере удаления дуги приводит к образованию шва, соединяющего свариваемые детали. При случайных обрывах дуги или при смене электродов кристаллизация металла сварочной ванны приводит к образованию сварочного кратера (углублению в шве, по форме напоминающему наружную поверхность сварочной

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис 15
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

ванны). Затвердевающий шлак образует на поверхности шва шлаковую корку.

Длина дуги зависит от марки и диаметра электрода, пространственного положения сварки, разделки свариваемых кромок и т. п. Нормальная длина дуги считается в пределах  $L_d = (0,5 — 1,1) d_{эл}$  ( $d_{эл}$  — диаметр электрода). Увеличение длины дуги снижает качество наплавленного металла шва ввиду его интенсивного окисления и азотирования, увеличивает потери металла на угар и разбрызгивание, уменьшает глубину проплавления основного металла. Также ухудшается внешний вид шва.

Для возбуждения дугового разряда при сварке для получения начальной ионизации обычно сводят два электрода до соприкосновения (электрод и деталь), а затем быстро их разводят. При достаточно большом токе при соприкосновении электродов в промежутке между концами электродов выделяется большое количество тепла. Ток между электродами проходит через мелкие неровности на торцах и разогревает их до расплавления. При быстром разведении электродов расплавленные мостики растягиваются и сужаются, вследствие чего плотность тока доходит в них в момент разрыва до такой величины, что обращает их в пар. При высокой температуре паров металла ионизация промежутка получается настолько значительной, что при сравнительно небольшой разности потенциалов между концами электродов возникает дуговой разряд. Разряд поддерживается далее как устойчивая стационарная дуга в том случае, если сохраняются факторы, поддерживающие ионизацию дугового промежутка.

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						16
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		



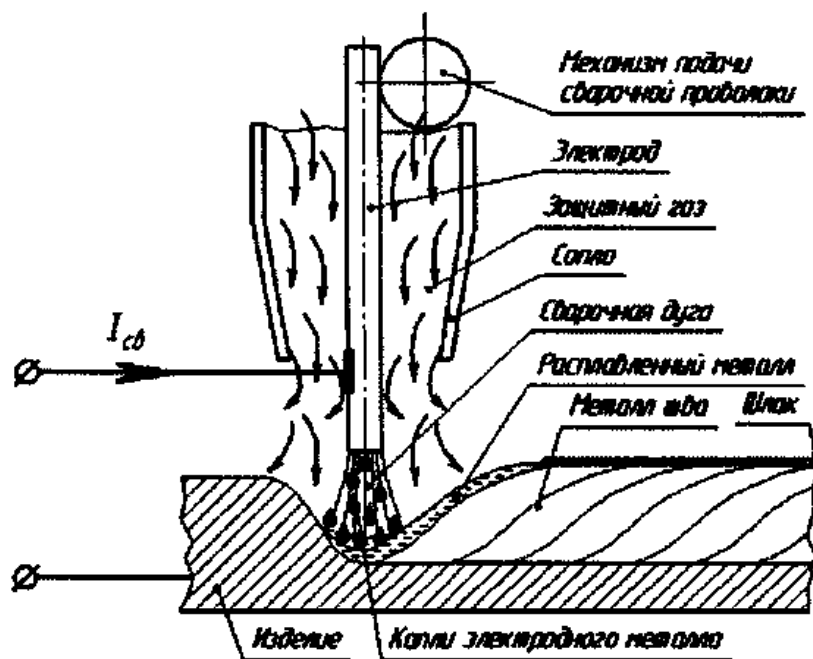


Рисунок 2 - Сварка плавящимся электродом в среде защитных газов.

При сварке плавящимся электродом в защитном газе (рисунок 1.3.2) в зону дуги, горящей между плавящимся электродом (сварочной проволокой) и изделием через сопло подаётся защитный газ, защищающий металл сварочной ванны, капли электродного металла и закристаллизовавшийся металл от воздействия активных газов атмосферы. Теплотой дуги расплавляются кромки свариваемого изделия и электродная (сварочная) проволока. Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует сварной шов.

При сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей для защиты расплавленного электродного металла и металла сварочной ванны чаще всего применяют углекислый газ и смеси аргона с углекислым газом до 30 %. Аргон и гелий в качестве защитных газов применяют только при сварке конструкций ответственного назначения. Сварку в защитных газах выполняют плавящимся и неплавящимся металлическим электродом.

В некоторых случаях для сварки используют неплавящийся угольный или графитовый электрод. Этот способ применяют при сварке бортовых со-

единений из низкоуглеродистых сталей толщиной 0,3—2,0 мм (например, ка-  
нистр, корпусов конденсаторов и т. д.). Так как сварку выполняют без при-  
садки, содержание кремния и марганца в металле шва невелико. В результате  
прочность соединения составляет 50—70% прочности основного металла.

При автоматической и полуавтоматической сварке плавящимся электро-  
дом швов, расположенных в различных пространственных положениях, используют  
электродную проволоку диаметром до 1,2 мм, а при сварке швов, расположенных в  
нижнем положении — проволоку диаметром 0,8—1,6 мм.

Структура и свойства металла швов и околошовной зоны на низкоугле-  
родистых и низколегированных сталях зависят от использованной электродной про-  
волоки, состава и свойств основного металла и режима сварки (термического цикла  
сварки, доли участия основного металла в формировании шва и формы шва). Вли-  
яние этих условий и технологические рекомендации примерно такие же, как и при  
ручной дуговой сварке и сварке под флюсом.

На свойства металла шва влияет качество углекислого газа. При повы-  
шенном содержании азота и водорода, а также влаги в газе в швах могут образовы-  
ваться поры. При сварке в углекислом газе влияние ржавчины незначительно.  
Увеличение напряжения дуги, повышая, угар легирующих элементов, ухудшает  
механические свойства шва.

Сварка низкоуглеродистых и низколегированных сталей в аргоне приме-  
няется редко, так как эти стали хорошо свариваются под флюсом и в углекислом  
газе, и лишь в исключительных случаях, когда требуется получение швов высокого  
качества, используется инертный газ.

При применении чистого аргона для сварки конструкционных сталей соеди-  
нения характеризуются недостаточной стабильностью и неудовлетворительным  
формированием шва. Добавка к аргону небольшого количества кислорода или  
углекислого газа существенно повышает устойчивость горения дуги и улучша-  
ет формирование шва. Растворяясь в жидком металле и скапливаясь преимуще-  
ственно на поверхности, кислород значительно снижает его поверхностное натяже-  
ние. Поэтому для сварки сталей применяют не чистый аргон, а смеси с кислородом

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						18
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

или углекислым газом. Высокие технологические свойства при сварке сталей обеспечиваются при добавке к аргону до 1-5 % кислорода. При применении кислорода понижается критический ток, при котором капельный перенос переходит в струйный; дуга горит стабильно, обеспечивая сварку небольших толщин. Кислород способствует увеличению плотности металла шва, улучшению сплавления, уменьшению подрезов и увеличению производительности процесса сварки. Кислород снижает содержание углерода в металле шва до более низкого уровня. Избыток кислорода в защитном газе приводит к образованию пор в металле шва.

Для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей может также применяться аргон с добавкой 10 - 20 % углекислого газа. Углекислый газ способствует устранению пористости в швах и улучшению формирования шва.

Преимущества сварки в защитных газах:

- 1) высокое качество сварных соединений на разнообразных металлах и сплавах различной толщины;
- 2) возможность сварки в различных пространственных положениях;
- 3) возможность визуального наблюдения за образованием шва, что особенно важно при полуавтоматической сварке;
- 4) отсутствие операций по засыпке и уборке флюса и удалению шлака;
- 5) высокая производительность и легкость механизации и автоматизации;
- 6) низкая стоимость при использовании активных защитных газов.

К недостаткам способа сварки в защитных газах по сравнению со сваркой под флюсом относится необходимость применения защитных мер против световой и тепловой радиации дуги.

Для стали 09Г2С, условий работы изделия и с учетом конструкции принимаем автоматическую сварку в среде защитных газов. Ручная дуговая сварка (РДС) не производительна, требует большой затраты времени. Применение сварки под флюсом для соединения малых толщин нецелесообразно, поскольку

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						19
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

ку коэффициент наплавки и производительность сварки в защитном газе выше, чем у сварки под флюсом. Для сварки стали 09Г2С применяют сварку плавящимся электродом в смеси газов K18. Сварку ведут на постоянном токе обратной полярности, используя режимы, обеспечивающие струйный перенос электродного металла.

Используем для сборки полуавтоматическую, а для сварки автоматическую сварку

Полуавтоматическая сварка в среде защитного газа - наиболее универсальный и распространенный в промышленности метод сварки.

В моем производстве используется полуавтоматическая сварка. Я хочу в своем производстве использовать автоматическую сварку.

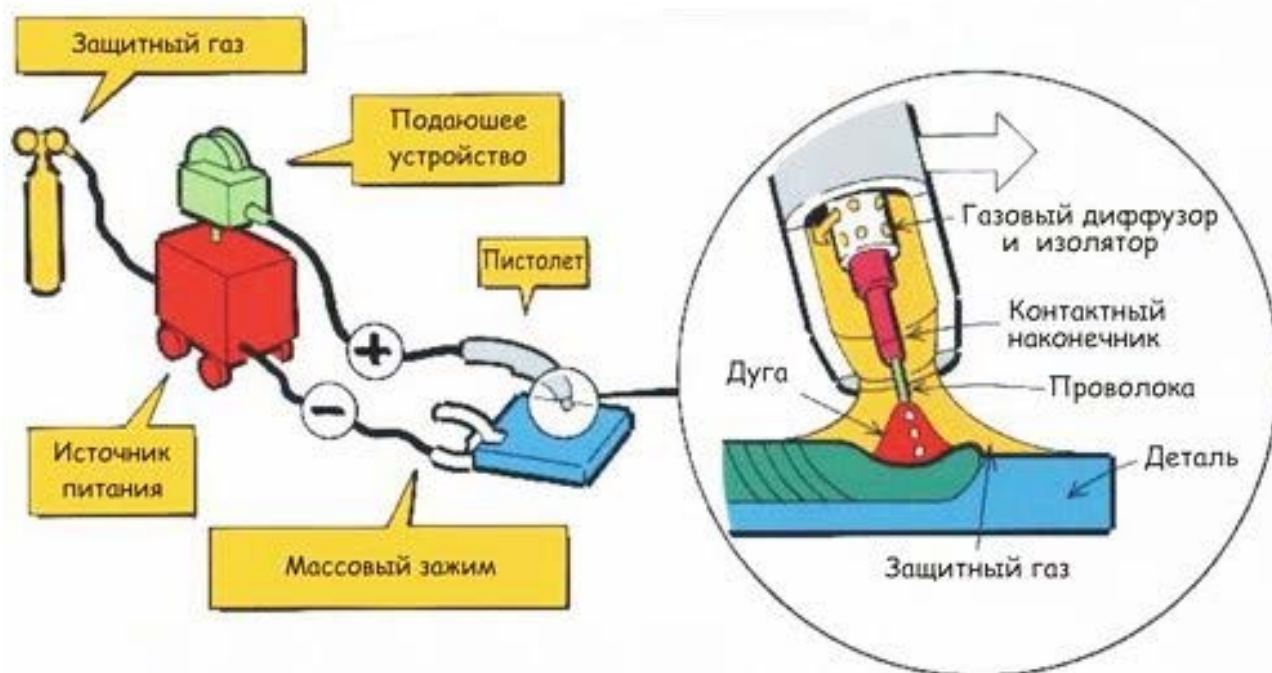


Рисунок 3 –Полуавтоматическая сварка

Применение термина «полуавтоматическая» не вполне корректно, поскольку речь идет об автоматизации только подачи присадочной проволоки, а сам метод MIG/MAG с успехом применяется при автоматизированной роботизированной сварке. В качестве защитного газа при этом методе все чаще

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						20
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

используются многокомпонентные газовые смеси, в состав которых помимо углекислого газа могут входить аргон, кислород, гелий, азот и другие газы.

Основной принцип сварки MIG-MAG заключается в том, что металлическая проволока во время сварки подается автоматически в зону сварки через сварочную горелку и расплавляется теплом дуги. Проволока при этом методе играет двойную роль – она является и токопроводящим электродом, и служит присадочным материалом. Результат (качество) сварки MIG-MAG в значительной мере зависит от правильности выбора режимов работы сварочного аппарата (напряжение дуги, ток, скорость подачи проволоки, скорость сварки), а также от правильности выбора и расхода защитного газа (скорость подачи газа через сопло).

Защитный газ, который подается в зону сварки через газовое сопло, защищает дугу и сварочную ванну с расплавленным металлом. Металл в расплавленном состоянии химически активен и может взаимодействовать с защитным газом. Инертный защитный газ, такой как аргон или гелий, химически не реагирует с металлом в сварочной ванне в процессе горения дуги. Примером активных защитных газов являются углекислота и смеси аргона (реже гелия) с небольшими добавками углекислоты или кислорода. До недавнего времени углекислота являлась наиболее распространенным видом защитного газа для полуавтоматической сварки.

При сварке плавящимся электродом шов образуется за счет проплавления основного металла и расплавления дополнительного металла — электродной проволоки. Поэтому форма и размеры шва помимо прочего зависят также от характера расплавления и переноса электродного металла в сварочную ванну. Характер переноса электродного металла определяется в основном материалом электрода, составом защитного газа, плотностью сварочного тока и рядом других факторов.

Для улучшения технологических свойств дуги применяют периодическое изменение ее мгновенной мощности – *импульсно-дуговая сварка*. Тепло-

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						21
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

та, выделяемая основной дугой, недостаточна для плавления электродной проволоки со скоростью, равной скорости ее подачи.

Вследствие этого длина дугового промежутка уменьшается. Под действием импульса тока происходит ускоренное расплавление электрода, обеспечивающее формирование капли на его конце. Резкое увеличение электродинамических сил сужает шейку капли и сбрасывает ее в направлении сварочной ванны в любом пространственном положении.

Так же в последнее время получили широкое распространение *синергетические* полуавтоматические источники сварочного тока, отличительной особенностью которых является простота настройки и эксплуатации. При введении некоторых параметров (напр. Тип материала и толщина) остальные сварочные параметры задаются автоматически. Это позволяет экономить время и материал при настройке, а так же для эксплуатации аппаратов данного типа не требуется высокая квалификация сварщика.

Под действием импульса тока происходит ускоренное расплавление электрода, обеспечивающее формирование капли на его конце. Резкое увеличение электродинамических сил сужает шейку капли и сбрасывает ее в направлении сварочной ванны в любом пространственном положении.

## 1.5 Описание технологического процесса изготовления заданной сварной конструкции

Таблица 4 – Технологическая последовательность изготовления

№ п/п	Наименование операции	Содержание операции	Используемое оборудование и режимы
1	2	3	4
1	Очистка	Очистку применяют для удаления с поверхности металла средств консервации, загрязнений, смазочно-охлаждающих жидкостей, ржавчины, окалины, заусенцев, грата и шлака.	Ручных пневматических и электрических машин.

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		22

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
2	Разметка	Размечаем листы под резку.	Рулетка, маркер, штангенциркуль.
3	Резка	Режим с помощью плазменной резки по разметке.	Аппарат (инвертор) плазменной резки AIRFORCE 160 IGBT (CUT 160I), AURORA,
4	Разделка кромок	Срезать кромки при помощи ручных пневматических и электрических машин по ГОСТ 5264-80-Т6	Ручных пневматических и электрических машин.
5	Сборка	Собрать подготовленные детали и произвести прихватки при помощи полуавтомата. Длина прихватки 25/250.	Рулетка, монтажка, сварочный полуавтомат «Phoenix 355» $I_{св} = 209A$ $U_{св} = 24 B$
6	Загрузка	Загружаем на установку сварочного аппарата лонжерон.	Кран-балка
7	Сварка	Швы выполняются с помощью сварочной головки на базе А-1411	Источник питания ВДУ-1250 $I=452 A$ $U=36 B$
8	Зачистка	Зачищаем сварные швы от брызг и шлака, срезаем выводные планки.	Ручных пневматических и электрических машин.
9	Разделка кромок	Срезать кромки при помощи ручных пневматических и электрических машин по ГОСТ 5264-80-С8	Ручных пневматических и электрических машин.
10	Сборка	Собрать готовые лонжероны и произвести прихватки при помощи полуавтомата. Прихватки выполнить с краев шва по 25 мм.	Рулетка, монтажка, сварочный полуавтомат «Phoenix 355» $I_{св} = 209A$ $U_{св} = 24 B$
11	Загрузка	Загружаем на контователь готовое изделие.	Кран-балка
12	Сварка	Швы выполнить с помощью сварочной головки на базе АД-1000	Источник питания ВДУ-1250 $I=452 A$ $U=36 B$
13	Зачистка	Зачищаем сварные швы от брызг и шлака, срезаем выводные планки.	Ручных пневматических и электрических машин.

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						23
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

## Окончание таблицы 4

1	2	3	4
14	Контроль	Контролировать геометрические параметры и размеры сварных швов, качество их формирования. Трещины, поры, подрезы запрещены.	Линейка металлическая, штангенциркуль, универсальный шаблон сварщика, дефектоскоп УИУ «Скаруч»

## 1.6 Выбор сварочных материалов

## Сварочная проволока

Согласно ОСТ 24.050.34 – 84 для изготовления элементов сварных конструкций вагонов из низколегированной стали, предназначенных для эксплуатации в районах с умеренным климатом допускается:

- механизированная дуговая сварка в смеси газов ( $Ar+CO_2$ ) с применением сварочных проволок марок Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70,.

При сварке смеси идет активное окисление сварочной ванны, поэтому в составе сварочной проволоки должны присутствовать элементы раскислители Mn и Si.

Для автоматической и полуавтоматической сварки в смеси  $Ar + CO_2$  выбираем сварочную проволоку Св – 08Г2С диаметром 1,4 и 2,0 мм, обеспечивающую требуемую технологическую прочность (равнопрочность сварного шва и основного металла). Химический состав проволоки приведен в таблице 5.

Таблица 5- Химический состав проволоки, %

Марка проволоки	C	Si	Mn	Cr, не более	Ni, не более	P, не более
Св-08Г2С	0,5-0,11	0,70-0,95	1,80-2,10	0,20	0,25	0,030

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Под-	Дата		



Таблица 6- Механические свойства проволоки

$\sigma_{\text{т, МПа}}$	$\sigma_{\text{в, МПа}}$	$\delta, \%$	$\alpha$ (Дж/см <sup>2</sup> ) при температуре, °С			
			+20	-20	-40	-60
360	481	30,1	16,0	13,9	12,3	8,4

Проволока Св-08Г2С изготавливается с омедненной поверхностью. По согласованию проволока поставляется намотанной на катушки или кассеты. Проволока в мотках ( катушках, кассетах) должна состоять из одного отрезка, свернутого перепутанными рядами и плотно укатанными таким образом, чтобы исключить возможность распутывания или разматывания мотка. Концы проволоки должна быть легко находимы. Допускается контактная стыковая сварка отдельных кусков проволоки одной плавки: при этом зона сварного соединения должна соответствовать ГОСТ 2246 – 70.

Поверхность проволоки должна быть чистой и гладкой, без трещин, расслоения, закатов, раковин, окалины, ржавчины, масла. На поверхности проволоки допускаются риски, царапины, местная рябизна и отдельные вмятины. Глубина пороков не должна превышать предельного отклонения по диаметру проволоки. Проволока должна быть принята техническим контролем предприятия-изготовителя. Каждая партия проволоки должна сопровождаться сертификатом, удостоверяющим соответствие проволоки требованиям ГОСТ 2246-70. Входному контролю на предприятии подвергают каждую партию и плавку сварочной проволоки с проверкой химического состава и механических свойств на соответствие требованиям ГОСТ 2246-70.

#### Защитный газ

При сварке в качестве защитной среды используется смесь газов 88% Ar+12% CO<sub>2</sub>.

Аргон, предназначенный для сварки , регламентируется ГОСТ 10157 – 79. По физико-химическим показателям газообразный аргон должен соответствовать нормам, указанным в таблице 5.

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						25
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

Таблица 7 - Физико-химические показатели аргона

Наименование показателя	Норма для сорта	
	Высший	первый
Объемная доля аргона, %, не менее	99,992	99,987
Объемная доля кислорода, %, не более	0,0007	0,002
Объемная доля азота, %, не более	0,006	0,01
Массовая концентрация водяного пара при 20°C и давлении 101,3 кПа, г/м <sup>3</sup> , не более	0,007	0,01
Объёмная доля суммы углеродосодержащих соединений в пересчете на CO <sub>2</sub> , %, не более	0,0005	0,001

Аргон не токсичен и не взрывоопасен. Газообразный аргон тяжелее воздуха и может накапливаться в слабопрветриваемых помещениях, у пола и в приямок, а также во внутренних объемах оборудования, предназначенного для получения, хранения и транспортирования аргона. При этом снижается содержание кислорода в воздухе, что вызывает кислородную недостаточность и удушье.

Аргон хранится и транспортируется в стальных стандартных баллонах в газообразном состоянии под давлением  $15 \pm 0,5$  МПа.

Давление газов баллоне измеряют манометром по ГОСТ 8625 – 77. Баллоны, наполненные аргоном, хранят в специальных складских помещениях или на открытых площадках под навесом, защищающим баллоны от атмосферных осадков и прямых солнечных лучей.

Вторым компонентом газовой смеси является двуокись углерода CO<sub>2</sub>. В промышленном масштабе углекислоту можно получить следующими способами:

– из известняка, в котором содержится до 40% CO<sub>2</sub>, кокса или антрацита пу-

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						26
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

тем их обжига в специальных печах;

- на установках, работающих по сернокислому методу за счет реакций взаимодействия серной кислоты с эмульсией мела;
- из газов брожения гидролизной, сахарной промышленности;

Углекислый газ представляет собой бесцветный газ с едва ощутимым запахом. Углекислый газ, предназначенный для сварки, должен соответствовать нормам, указанным в таблице 8.

Таблица 8 - Физико-химические показатели CO<sub>2</sub>

Наименование показателя	Величина показателя
Содержание минеральных масел, мг/кг, не более	0,1 99,5
Содержание двуокиси углерода (CO <sub>2</sub> ), об.%, не менее	0,184
Содержание водяных паров при 20°C и 101,3 кПа, г/м <sup>3</sup> , не более, что соответствует температуре насыщения двуокиси углерода водяными парами при давлении 101,3 кПа, °C, не выше	минус 34

В углекислом газе не должны содержаться минеральные масла, глицерин, сероводород, соляная, серная и азотная кислоты, жиры, органические кислоты и аммиак [16].

Оксид углерода (II) нетоксичен, он в полтора раза тяжелее воздуха и может накапливаться в слабо проветриваемых помещениях у пола, снижает содержание кислорода в воздухе, что может вызвать явление кислородной недостаточности и удушье.

Получение газовой смеси 88(±1)% Ar+12(±1)%CO<sub>2</sub> осуществляется при помощи смесителя УГС – 1, и готовая смесь поступает на место сборочно-сварочных работ [3].

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						27
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

## 1.7 Расчет режима дуговой сварки в смеси газов $Ar+CO_2$ по площади наплавленного металла

Режимом сварки называют совокупность основных характеристик сварочного процесса, обеспечивающего получение сварных швов, заданных размеров, формы и качества.

При автоматической дуговой сварке плавящимся электродом в среде защитных газов такими характеристиками являются: сварочный ток, напряжение на дуге, диаметр электрода, скорость сварки, скорость подачи проволоки, вылет электрода, расход газа.

Первым условием при выборе режима сварки является получение швов с оптимальными размерами и формой, обеспечивающими как высокую технологическую прочность, так и хорошее формирование шва. Вторым условием выбора рационального режима сварки является обеспечение такого термического цикла, который обеспечивал бы оптимальные свойства зоны термического влияния и металла шва.

Для определения количества проходов определим площадь наплавленного металла,  $mm^2$ .

1) Рассчитаем площадь наплавленного металла по формуле (2)

$$F_n = F_1 + F_2 + F_3, \quad (2)$$

где:  $F_n$  - площадь наплавленного металла,  $mm^2$ ;

$$f = 10 \text{ мм};$$

$$e = 12 \text{ мм};$$

$$q = 3 \text{ мм}.$$

$$F_1 = \frac{f^2}{2}, \quad \text{при } \alpha = 45^\circ \quad (3)$$

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						28
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

$$F_1 = \frac{10^2}{2} = 50 \text{ мм}^2$$

$$F_2 = e \cdot q \quad (4)$$

$$F_2 = 12 \cdot 3 = 36 \text{ мм}^2$$

$$F_3 = -0,73 \cdot e \cdot q \quad (5)$$

$$F_3 = -0,73 \cdot 12 \cdot 3 = -26 \text{ мм}^2$$

$$F_H = 50 + 36 + (-26) = 60 \text{ мм}^2$$

$$F_H = \frac{f^2}{2} + e \cdot q - 0,73 \cdot e \cdot q \quad (6)$$

$$F_H = \frac{10^2}{2} + 12 \cdot 3 - 0,73 \cdot 12 \cdot 3 = 50 + 36 - 26 = 60 \text{ мм}^2$$

Поскольку для данного сварного соединения существует возможность прожога при автоматической сварке из-за отсутствия подкладных пластин или предварительно – выполненного подварочного шва, предлагается выполнить сварку в два прохода, приняв для расчёта площадь сечения( $F_1$ ) каждого прохода  $30 \text{ мм}^2$ .

## 2) Расчёт диаметра электродной проволоки

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по известной площади наплавленного металла соответствующего прохода (корневого, заполняющего, подварочного и т.п.) мм:

$$d_{э.лн} = K_d \cdot F_H^{0,625}, \quad (7)$$

где коэффициент  $K_d$  выбираем в зависимости от положения шва и способа сварки по уровню автоматизации из таблицы 5

Таблица 9 - Значение коэффициента  $K_d$

Положение шва	Сварка	
	автоматическая	механизированная
«Лодочка», нижнее	0,149...0,409	0,149...0,409
Вертикальное, горизонтальное, потолочное	0,184...0,503	0,184...0,326

$$d_{э.п.}=0,149\cdot30^{0,625}=0,149\cdot8,4= 1,2 \text{ мм}$$

$$d_{э.п.}= 0,409\cdot30^{0,625}= 0,409\cdot8,4= 3,4 \text{ мм}$$

$$d_{э.п.}=1,2\div3,4 \text{ мм}$$

Принимаем  $d_{э.п.}= 1,6\text{мм.}$

Определение исходной глубины проплавления.

Для выполнения расчёта параметров режима сварки необходимо схему соединения с разделкой кромок привести к схеме сварки без разделки кромок с нулевым зазором. Приведения из условия, что общая высота сварного шва для соединений с разной разделкой остается одной и той же величиной при одинаковых параметрах режимов сварки.

Рассчитаем приведённое значение глубины проплавления  $h_p$  согласно схеме:

$$h_p = S - 0,5b \quad (8)$$

$$e = f', F_H = 30 \text{ мм}^2$$

$$f' = \sqrt{\frac{2 \cdot F_1}{\text{tg } \alpha}} \quad (9)$$

$$f' = \sqrt{\frac{2 \cdot 30}{\text{tg } 45}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 30}{1}} = 7,7 \text{ мм}$$

Рассчитаем величину выпуклости наплавленного валика из схемы приведения к стандартному расчёту по формуле (10).

$$F_H = 0,73 \cdot e \cdot q$$

$$q = \frac{F_H}{0,73 \cdot e} \quad (10)$$

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						30
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

$$q = \frac{30}{0,73 \cdot 7,7} = 5,3 \text{ мм}$$

$$h_p = 10 - 0,5 = 9,5 \text{ мм}$$

3) Рассчитаем сварочный ток по формуле (11)  $I_{\text{св}}$ , А:

$$I_{\text{св}} = \frac{h_p}{K_h} \cdot 100 \quad (11)$$

$$I_{\text{св}} = \frac{9,5}{2,1} \cdot 100 = 452 \text{ А}$$

$K_h$  – коэффициент пропорциональности

$$K_h = 2,1$$

4) Расчёт значения плотности тока по формуле (12)  $j$ ,  $\text{А}/\text{мм}^2$ :

$$j = \frac{4 \cdot I_{\text{св}}}{\pi \cdot d_{\text{эп}}^2} \quad (12)$$

$$j = \frac{4 \cdot 452}{3,14 \cdot 1,6^2} = \frac{1808}{8,04} = 224 \text{ А}/\text{мм}^2$$

5) Определим вылет электродной проволоки по формуле (13), мм:

$$l_{\text{эп}} = 10 \cdot d_{\text{эп}} \pm 2 \cdot d_{\text{эп}} \quad (13)$$

$$l_{\text{эп}} = 10 \cdot 1,6 \pm 2 \cdot 1,6$$

$$l_{\text{эп}} = 16 \pm 3,2 \text{ мм}$$

6) Рассчитаем коэффициент расплавления по формуле (14)  $\alpha_p$ ,  $^\circ/(\text{А} \cdot \text{ч})$ :

$$\alpha_p = 6,8 + 0,0702 \cdot I_{\text{св}} \cdot d^{(-1,505)} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \alpha_p &= 6,8 + 0,0702 \cdot 452 \cdot 1,6^{(-1,505)} = 6,8 + 0,0702 \cdot 452 \cdot 0,4929 \\ &= 22,43 \text{ }^\circ/(\text{А} \cdot \text{ч}) \end{aligned}$$

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						31
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

7) Рассчитаем коэффициент наплавки по формуле (15)  $\alpha_n, \text{ г}/(\text{А} \cdot \text{ч})$ :

Для сварки в смеси газов К-20 ( $\varphi_n$ ) коэффициент потерь на угар и разбрызгивание принимаем 3,8%.

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \varphi_n) \quad (15)$$

$$\alpha_n = 22,43 \cdot (1 - 0,038) = 22,43 \cdot 0,962 = 21,58 \text{ г}/(\text{А} \cdot \text{ч})$$

8) Рассчитаем скорость сварки по формуле (16)  $V_{\text{св}}, \text{ см}/\text{с}$ :

$$V_{\text{св}} = \frac{\alpha_n \cdot I_{\text{св}}}{3600 \cdot \rho \cdot F_1}, \quad (16)$$

$$V_{\text{св}} = \frac{21,58 \cdot 452}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,3} = \frac{9754,16}{8424} = 1,16 \text{ см}/\text{с} = 41,76 \text{ м}/\text{ч}$$

$\alpha_n$  – коэффициент наплавки,  $\text{ г}/\text{А} \cdot \text{ч}$ ;

$\rho$  – плотность основного металла,  $\rho = 7,8 \text{ г}/\text{см}^3$

9) Расчёт напряжения на сварочной дуге по формуле (17)  $U_d, \text{ В}$ :

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot I_{\text{св}} \quad (17)$$

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot 452 = 36,6 \text{ В}$$

Принимаем:  $U_d = 36 \text{ В}$ .

10) Рассчитаем погонную энергию по формуле (18)  $q_n, \text{ Дж}/\text{см}$ :

$$q_n = \frac{I_{\text{св}} \cdot U_d \cdot \eta_{\text{э}}}{V_{\text{св}}}, \quad (18)$$

$$q_n = \frac{452 \cdot 36 \cdot 0,7}{1,16} = \frac{11390,4}{1,16} = 9819 \text{ Дж}/\text{см}$$

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						32
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		



$\eta_э$ —эффективный КПД нагрева изделия дугой.

$$\eta_э=0,70;$$

11) Найдём коэффициент формы проплавления по формуле (19)  $\varphi_{пр}$ :

$$\varphi_{пр} = K' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \cdot \frac{d_{эп} \cdot U_d}{I_{св}}, \quad (19)$$

$$\varphi_{пр} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 452) \cdot \frac{1,6 \cdot 36}{452} = 0,92 \cdot 14,48 \cdot 0,127 = 1,69$$

$K'$  - коэффициент, при плотностях тока  $j > 120 \text{ А/мм}^2$  и сварке на постоянном токе обратной полярности равный  $K' = 0,92$ .

Проверим глубину проплавления  $h$ :

$$h = 0,0081 \cdot \sqrt{\frac{q_{п}}{\varphi_{пр}}} \quad (20)$$

$$h = 0,0081 \cdot \sqrt{\frac{9819}{1,69}} = 0,61 \text{ см} = 6,1 \text{ мм}$$

12) Скорость подачи электродной проволоки  $V_{эп}^{(+)}$  марки Св-08Г2С при сварке на обратной полярности и вылете  $l_{эп} = 10 \cdot d_{э.п}$ , находится по формуле (21), мм/с:

$$V_{э.п.}^{(+)} = 0,53 \cdot \frac{I_{св}}{d_{э.п.}^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{I_{св}^2}{d_{э.п.}^3} \quad (21)$$

$$\begin{aligned} V_{э.п.}^{(+)} &= 0,53 \cdot \frac{452}{1,6^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{452^2}{1,6^3} \\ &= 0,53 \cdot 176,56 + 6,94 \cdot 0,0001 \cdot 49878,9 = 93,57 + 34,61 \\ &= 128,18 \text{ мм/с} = 461,4 \text{ М/ч} \end{aligned}$$

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						33
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

13) Расход защитного газа по формуле (22)  $q_{з.г.}, \text{ л/мин}$ :

$$q_{з.г.} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_{св}^{0,75}, \text{ л/с}; \quad (22)$$

$$\text{или } q_{з.г.} = 0,2 \cdot I_{св}^{0,75}, \text{ л/мин}$$

$$q_{з.г.} = 0,0033 \cdot 452^{0,75} = 0,0033 \cdot 98,02 = 0,32 \text{ л/с}$$

$$q_{з.г.} = 0,2 \cdot 98,02 = 19,6 \text{ л/мин}$$

Полученные данные сводим в таблицу 10

Таблица 10– Режимы для автоматической сварки в смеси защитных газов К-20

Кол-во про- ходов	$F_n, \text{ мм}^2$	$d_{э.п}, \text{ мм}$	$V_{св}, \text{ м/ч}$	$V_{э.п}, \text{ м/ч}$	$I_{св}, \text{ А}$	$U_d, \text{ В}$	$l_{э.п}, \text{ мм}$	$q_{з.г.}, \text{ л/мин}$
Первого	30	1,6	41,76	461,4	452	36	$16 \pm 3,2$	19,6
Второго	30	1,6	41,76	461,4	452	36	$16 \pm 3,2$	19,6

## 1.8 Оборудование для сборки-сварки

Подвесная Кран-балка до 3 тонн

Электрический подвесной кран (кран-балка) перемещается на подвесных тележках по двутавровым балкам. Допустимый максимальный пролет такого крана по ГОСТу – 15 м, если требуется больший пролет, применяются двухпролетные подвесные краны, имеющие 3 точки подвески.

- Углошлифовальная машинка «Энкор УШМ-1100/125Э»

Основные характеристики:

- Тип - угловая;
- Питание - от сети;
- Мощность - 1100 Вт;
- Максимальная скорость работы - 11000 об/мин

(диск).

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						34
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

Дополнительно:

- Резьба шпинделя - М14;
- Максимальный диаметр диска - 125 мм;
- Дополнительная рукоятка - есть ;
- Прочее - ограничение пускового тока, фиксация шпинделя;
- Длина сетевого кабеля -5 м.

Выпрямитель сварочный ВДУ-1250 с принудительной вентиляцией с двумя видами жестких внешних характеристик предназначены для комплектации автоматов для сварки и наплавки под слоем флюса и в среде защитного газа. Выпрямитель также может использоваться для воздушно-дуговой резки угольным электродом (в комплекте с балластными реостатами). Выпрямитель сварочный ВДУ-1250 с принудительной вентиляцией с двумя видами жестких внешних характеристик предназначены для комплектации автоматов для сварки и наплавки под слоем флюса и в среде защитного газа. Выпрямитель также может использоваться для воздушно-дуговой резки угольным электродом (в комплекте с балластными реостатами).

Основные преимущества ВДУ-1250:

- надежное зажигание и устойчивое горение дуги;
- наличие термозащиты от перегрузки;
- возможность как местного, так и дистанционного регулирования сварочных параметров;
- существенно меньшее энергопотребление и вес источника в сравнении с аналогами;
- высокая надежность обмоточных узлов;
- класс изоляции Н.

Технические характеристики:

Характеристика

Значение

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Под-	Дата		

Напряжение питания, В	3х380
Частота, Гц	50
Номинальный сварочный ток, А	1250
Диапазон регулирования сварочного тока, А	250~1250
Номинальное рабочее напряжение, В	44
Диапазон регулирования напряжения, В	22~44
Напряжение на холостом ходу, В	55
Потребляемая мощность при номинальном токе, кВА	75
Регулирование сварочного тока	плавное
Номинальный режим работы ПВ при цикле 10 мин., %	100
КПД, %	83

Таблица 10- Технические характеристики сварочного автомата А-1406

Показатель	А 1406 (500А)
Номинальное напряжение питающей сети, В	380
Частота тока питающей сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток (при ПВ=100%), А	1250
Диапазон регулирования сварочного тока, А	60 - 500
Количество электродов, шт.	1
Диаметр проволоки сплошной	1,2-2
порошковой	-
Диапазоны регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч:	fluent/плавное
1 диапазон	17-553
привод	Электромеханический
ход, мм	500
скорость, м/ч	29,4
Поперечное перемещение сварочной головки: привод / ход, мм	от руки / ±70
Регулирование угла наклона электрода, град	±30 / ручное

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		36

- Малогабаритный дефектоскоп ультразвуковой УИУ «Скаруч»

– ручной прибор универсального применения для контроля металлов, поли-этилена, пластмасс, керамики. Дефектоскоп может работать с любыми пьезо-электрическими преобразователями (ПЭП) в рабочем частотном диапазоне.

Отличительные особенности:

- Простота и удобство эксплуатации.
- Малые габариты и вес.
- Практичная конструкция.
- Яркий люминесцентный экран.
- Возможность измерения времени и показаний координат X, Y.
- Наличие режима толщиномера.
- Встроенные часы и датчик температуры.
- Автономное питание.
- Контроль заряда аккумуляторов и сигнализация их разряда.
- Наличие звуковой и световой сигнализации.
- Возможность работы с любыми пьезоэлектрическими преобразо-  
вателями (ПЭП) в рабочем частотном диапазоне.
- Запоминание настроек для конкретных ПЭП и изделий контроля.
- Наличие идентификатора ПЭП, считывание его параметров.
- Возможность «заморозки» изображения на экране дефектоскопа.
- Запоминание изображения импульсов и сопутствующей информа-  
ции.
- Временная регулировка чувствительности (ВРЧ).
- Наличие режима «АРУ».
- Отображение использованной и оставшейся памяти прибора.
- Возможность подключения принтера и внешней ЭВМ.

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						37
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

- Возможность выбора русского и английского языков.
- Возможность ввода сопутствующих комментариев.
- Возможность использования в полуавтоматических и механизированных системах контроля.

- EWM Phoenix 355 Puls – современный инверторный аппарат для полуавтоматической сварки MIG/MAG с дополнительными режимами работы TIG и MMA (аргонодуговая и ручная электродуговая сварка).

Напряжение сети	380 В
Диапазон сварочного тока	от 5 до 350 А
Продолжительность включения (ПВ)	40 %
Механизм подачи проволоки	Встроенный
Диаметр сварочной проволоки	от 1 до 1,2 мм
Система охлаждения горелки(MIG/MAG)	Воздушная, Жидкостная
Вес	33 кг

Данный инвертор, благодаря своей функциональности, может использоваться для решения огромного количества сварочных задач. Для основного режима работы MIG/MAG предусмотрен современный 4-х роликовый механизм подачи проволоки с возможностью регулировки скорости её подачи и силы прижима. Сварка FCAW (порошковой проволокой) выделяется высокой скоростью осаждения, равномерностью шва и хорошей свариваемостью деталей толщиной более 5 мм. Режим аргонодуговой сварки характерен устойчивой дугой (возбуждение которой производится контактным способом), щадящим воздействием на вольфрамовый электрод (обеспечивается оптимальным нагревом), а также качественным соединением деталей толщиной до 6 мм. Режим MMA позволяет работать с металлами большой толщины.

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						38
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

## 1.9 Контроль качества сварного шва

Принимаем ультразвуковой контроль.

Этот метод основан на способности ультразвуковых волн отражаться от границы раздела двух сред, обладающих разными акустическими свойствами. При помощи ультразвука можно обнаружить трещины, раковины, расслоения в листах, непровары, шлаковые включения, поры. Ультразвук представляет собой упругие колебания материальной среды с частотой колебания выше 20 кГц, т. е. выше верхней границы слухового восприятия. Существует несколько способов получения ультразвуковых колебаний. Наиболее распространенным является способ, основанный на пьезоэлектрическом эффекте некоторых кристаллов (кварца, сегнетовой соли) или искусственных материалов (титаната бария). Этот эффект заключается в том, что если противоположные грани пластинки, вырезанной из кристалла, например, кварца, заряжать разноименными зарядами электричества, то она будет деформироваться в такт изменения знаков зарядов. Изменяя знаки электрических зарядов с частотой выше 20 тыс. колебаний в секунду, получают механические колебания пьезоэлектрической пластинки той же частоты, передающейся в виде ультразвука. Работа ультразвуковых дефектоскопов — приборов для выявления дефектов в изделиях, в том числе и в сварных швах — основана на пьезоэлектрическом эффекте. Для проверки качества сварного шва дефектоскоп подключают к сети переменного тока. Рядом со сварным швом устанавливают пьезоэлектрический щуп с пластинкой из титаната бария. Автоматического изменения знаков зарядов на поверхности пластинки достигают при помощи лампового генератора. Если от этого генератора сообщить пластинке импульс электрических колебаний, то пластинка пошлет в шов короткий ультразвуковой импульс такой же частоты. Первоначальный электрический импульс после его усиления в усилителе будет зарегистрирован на экране катодной трубки в виде пика светящегося луча. Попад в бездефектный шов, пучок ультра-

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						39
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

звука достигает противоположной стороны сварного соединения и, отразившись от него, снова попадает на пластинку. К этому моменту пластинка уже прекратит испускать ультразвук из-за кратковременности электрического импульса. Вместо источника ультразвуковых колебаний она становится их приемником. Ультразвуковые колебания, отразившиеся от дна изделия и попавшие на пластинку, преобразуются в механические, а затем и в электрические колебания. Последние после усиления попадают на катодную трубку осциллографа. На его экране появится донный сигнал в виде пика. Если же в шве имеется какой-либо дефект, например трещина, то часть пучка ультразвука отразится от нее, а другая часть отразится от противоположной стороны сварного соединения. В этом случае на экране будут видны уже три пика. По среднему пику устанавливают, что в шве залегает какой-то дефект. Расстояние между пиками позволяет определить, на какой глубине находится дефект.



Рисунок 4-Дефектоскоп ультразвуковой A1214 EXPERT

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						40
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		



## 2 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В ВКР спроектирован технологический процесс сборки и сварки изделия «Днище», изготавливаемой из стали марки 09Г2С с применением автоматической сварки в среде защитных газов.

По базовому варианту работа выполнялась полуавтоматической сваркой. При этом для сборки и сварки использовалась: установка для сборки, сварочный стенд, сварочный автомат,

### 2.1 Определение капиталобразующих инвестиций

Определение технологических норм времени на сварку изделия

Общее время на выполнение сварочной операции  $T_{шт-к}$ , ч., состоит из нескольких компонентов и определяется по формуле:

$$T_{шт-к} = t_{осн} + t_{пз} + t_в + t_{обс} + t_n,$$

где  $T_{шт-к}$  – штучно-калькуляционное время на выполнение сварочной операции, ч.;

$t_{осн}$  – основное время, ч.;

$t_{пз}$  – подготовительно-заключительное время, ч.;

$t_в$  – вспомогательное время, ч.;

$t_{обс}$  – время на обслуживание рабочего места, ч.;

$t_n$  – время перерывов на отдых и личные надобности, ч.

Основное время ( $t_{осн}$ , ч) – это время на непосредственное выполнение сварочной операции. Оно определяется по формуле:

$$t_{осн} = \frac{L_{шв}}{V_{св}},$$

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						41
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

где  $L_{шв}$  – сумма длин всех швов, м  $\Sigma L_{шв} = 81,6$  м;

$V_{св}$  – скорость сварки (проектируемый вариант), м/ч,  $V_{св} = 41,76$  м/ч;

$V_{св}$  – скорость сварки (базовый вариант), м/ч,  $V_{св} = 15,5$  м/ч

Определяем основное время по формуле для обоих вариантов

Определяем основное время по формуле для обоих вариантов

$$t_{осн} = \frac{81,6}{15,5} = 5,26 \text{ (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{81,6}{41,76} = 1,95 \text{ ч (проектируемый вариант)}$$

Подготовительно-заключительное время ( $t_{нз}$ ) включает в себя такие операции как получение производственного задания, инструктаж, получение и сдача инструмента, осмотр и подготовка оборудования к работе и т.д. При его определении общий норматив времени  $t_{нз}$  делится на количество деталей, выпущенных в смену. Примем:

$$t_{нз} = 10\% \text{ от } t_{осн}$$

$$t_{нз} = 0,526 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{нз} = 0,195 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Вспомогательное время ( $t_в$ ) включает в себя время на заправку кассеты с электродной проволокой  $t_э$ , осмотр и очистку свариваемых кромок  $t_{кр}$ , очистку швов от шлака и брызг  $t_{бр}$ , клеймение швов  $t_{кл}$ , установку и поворот изделия, его закрепление  $t_{уст}$ :

$$t_в = t_э + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл}$$

При полуавтоматической и автоматической сварке во вспомогательное время входит время на заправку кассеты с электродной проволоки. Это время можно принять равным

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						42
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

$$t_3 = 5 \text{ мин} = 0,083 \text{ ч.}$$

Время зачистки кромок или шва  $t_{кр}$  вычисляют по формуле:

$$t_{кр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_c - 1)),$$

где  $n_c$  – количество слоев при сварке за несколько проходов;

$L_{шв}$  – длина шва, м,  $L_{шв} = 40,8 \text{ м}$

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле для обоих вариантов

Сварка в обоих вариантах производится в 2 прохода.

$$t_{кр} = 40,8 \cdot (0,6 + 1,2) = 73,4 \text{ мин} = 1,22 \text{ ч}$$

Время на установку клейма ( $t_{кл}$ ) принимают 0,03 мин. на 1 знак,  $t_{кл} = 0,21$  мин.

Время на установку, поворот и снятие изделия ( $t_{уст}$ ) зависит от его массы, данные указаны в таблице 10.

Таблица 10 – Норма времени на установку, поворот и снятие изделия в зависимости от его массы

Элементы работ	Вес изделия, кг						
	5	10	15	25	до 40	до 50	до 100
	Время, мин						
	вручную				краном		
Установить, повернуть, снять сборочную единицу и отнести на место складирования	1,30	3,00	4,30	6,00	5,20	6,30	8,40

$$t_{уст} = 0,14 \text{ ч.}$$

Таким образом рассчитываем значение  $t_g$

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						43
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

$$t_{\text{с}} = 0,083 + 1,22 + 0,14 + 0,35 + 0,14 = 1,933 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

$$t_{\text{с}} = 0,083 + 1,22 + 0,14 + 0,35 + 0,14 = 1,933 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

Время на обслуживание рабочего места ( $t_{\text{обс}}$ ) включает в себя время на установку режима сварки, наладку автомата, уборку инструмента и т.д., принимаем равным:

$$t_{\text{обс}} = (0,06 \dots 0,08) \cdot t_{\text{осн}}$$

Рассчитываем время на обслуживание рабочего места ( $t_{\text{обс}}$ ) по формуле для обоих вариантов

$$t_{\text{обс}} = 0,07 \cdot 5,26 = 0,368 \text{ ч.}$$

$$t_{\text{обс}} = 0,07 \cdot 1,95 = 0,136 \text{ ч.}$$

Время перерывов на отдых и личные надобности зависит от положения, в котором сварщик выполняет работы. При сварке в удобном положении

$$t_n = 0,07 \cdot t_{\text{осн}}$$

Рассчитываем  $t_n$  по формуле для базового и проектируемого вариантов соответственно

$$t_n = 0,07 \cdot 5,26 = 0,368 \text{ ч}$$

$$t_n = 0,07 \cdot 1,95 = 0,136 \text{ ч}$$

Таким образом, расчет общего времени  $T_{\text{ит-к}}$  на выполнение сварочной операции по обоим вариантам производим по формуле

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						44
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

$$T_{\text{произв. пр.}} = T_{\text{шт-к}} \cdot N,$$

где  $T_{\text{шт-к}}$  - штучно-калькуляционное время технологической операции - сварки, мин./металлоконструкцию;

$N$  – годовая программа, шт.

Рассчитывается количество единиц оборудования по операциям техпроцесса,  $C_p$ :

$$T_{\text{шт-к}} = 5,26 + 0,526 + 1,933 + 0,368 + 0,368 = 8,45 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 1,95 + 0,195 + 1,933 + 0,136 + 0,136 = 4,35 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

Определяем общую трудоемкость годовой производственной программы  $T_{\text{произв. пр.}}$  сварных конструкций по операциям техпроцесса по формуле, где  $N$  – годовая программа, шт., в нашем случае  $N = 1000$  шт.

$$T_{\text{произв. пр.}} = 8,45 \cdot 1000 = 8450 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{\text{произв. пр.}} = 4,35 \cdot 1000 = 4350 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

Расчет количества оборудования и его загрузки

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным техпроцесса.

Рассчитываем количество оборудования по операциям техпроцесса  $C_p$ , по формуле :

$$C_p = \frac{T_{\text{произв. пр.}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot K_n} \cdot 100,$$

где  $\Phi_{\text{д}}$  – действительный фонд времени работы оборудования, час. ( $\Phi_{\text{д}} = 1914$  час.);

$K_n$  – коэффициент выполнения норм ( $K_n = 1,1 \dots 1,2$ ).

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						45
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

Например, по базовой технологии используются три установки для сварки. Согласно расчетам, применение прогрессивной технологии в проектируемом варианте позволяет ограничиться использованием одной установки для автоматической сварки в среде защитного газа.

Принятое количество оборудования  $C_{II}$  определяется путём округления расчётного количества  $C_P$  в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Следует иметь в виду, что допускаемая перегрузка рабочих мест не должна превышать 5 – 6%.

$$C_P = \frac{8450}{1914 \cdot 1,2} = 3,7; \text{ примем } C_{II} = 4 \text{ шт. (базовый вариант);}$$

$$C_P = \frac{4350}{1914 \cdot 1,2} = 1,9; \text{ примем } C_{II} = 2 \text{ шт. (проектируемый вариант).}$$

Принятое количество оборудования  $C_{II}$  определяем путём округления расчётного количества в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Следует иметь в виду, что допускаемая перегрузка рабочих мест не должна превышать 5 – 6%. Таким образом, по базовой технологии используются четыре установки для сварки. По новой измененной технологии достаточно двух установок для автоматической сварки в среде защитного газа.

Расчёт коэффициента загрузки оборудования  $K_3$  производим по формуле

$$K_3 = \frac{C_P}{C_{II}},$$

где  $K_3$  – коэффициент загрузки оборудования;

$C_P$  – количество оборудования по операциям техпроцесса, *шт.*;

$C_{II}$  – принятое количество оборудования, *шт.*

При этом средний коэффициент загрузки оборудования должен стремиться к единице.

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						46
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

$$K_3 = \frac{3,7}{4} = 0,92 \text{ (базовый вариант);}$$

$$K_3 = \frac{1,9}{2} = 0,95 \text{ (проектируемый вариант).}$$

Коэффициент загрузки оборудования равен 1, так как оборудование и техоснастка не используется на других работах этого предприятия.

Необходимо стремиться к тому, чтобы средний коэффициент загрузки оборудования был, возможно, ближе к единице.

## 2.2 Расчет капитальных вложений

Для проведения расчета балансовой стоимости оборудования необходимо знать цену приобретения выбранного в технологии оборудования. Для этого представляем исходные данные в виде таблицы 11

Таблица 11– Исходные данные

Показатели		Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Годовая производственная программа выпуска		шт.	1000	1000
Сварочный полуавтомат EWM «Phoenix		руб./шт.	228000	-
Сварочный fdnjvfn		руб./шт.	-	558988
Поворотная колонна		руб./шт.		1200000
Вращатель		руб./шт.	1100000	1100000
Сталь 09Г2С, $U_{к.м}$		руб./т	120000	120000
Сварочная проволока Св-08Г2С, Ø 1,6 мм, $U_{о.р.м}$		руб./кг	125	125
защитный газ CO <sub>2</sub> , $U_{з.г}$		руб./л	0,8	-
защитный газ (смесь К20), $U_{з.г}$		руб./л	-	1/1
Расход защитного газа		л/мин.	11	19,6
Тариф на электроэнергию, $U_{эл}$		руб./кВт-час.	3,16	3,16
длина сварного шва		м	40,8	40,8
Положение шва			нижнее	нижнее
Условия выполнения работы			стационарные	стационарные
Квалификационный разряд электросварщика		разряд	4	5
Тарифная ставка, T <sub>ст</sub>		руб.	148	156
Масса конструкции		т	0,37	0,37

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						47
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

Рассчитываем балансовую стоимость оборудования при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле :

$$K_{obj} = C_{obj} \cdot (1 + K_{tz}),$$

где  $C_{obj}$  – цена приобретения единицы j-ого оборудования, руб.;

$K_{tz}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, затраты устройство фундамента, монтаж, наладку ( $K_{tz} = 0,12$ )

Базовый вариант:

$$K_{obj} = 228000 \cdot (1 + 0,12) = 255360 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант:

$$K_{obj} = 1758988 \cdot (1 + 0,12) = 1970066,56 \text{ руб.}$$

Определяем по формуле капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объема работ по вариантам:

$$K_{об} = \sum K_{obj} \cdot C_{пj} \cdot K_{зj},$$

где  $K_{obj}$  – балансовая стоимость j-ого оборудования, руб.;

$C_{пj}$  – принятое количество j-ого оборудования, шт.;

$K_{зj}$  – коэффициент загрузки j-ого оборудования,  $K_{зj} = 1$ .

$K_{об} = 255360 \cdot 4 \cdot 1 = 1021440 \text{ руб.}$  (базовый вариант);

$K_{об} = 1970066,56 \cdot 2 \cdot 1 = 3940133,12 \text{ руб.}$  (проектируемый вариант).

Рассчитанные данные заносим в таблицу 12.

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						48
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		



Таблица 12 – Расчеты капитальных вложений по вариантам

Статьи расчетов	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Оптовая цена единицы оборудования, руб.	228000	1758988
Количество единиц оборудования, шт.	4	2
Балансовая стоимость оборудования (стоимость приобретения с расходами на монтаж и пуско-наладочные работы), руб.	255360	1970066,56
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб.	1021440	3940133,12

### 2.3 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций

Расчет технологической себестоимости металлоконструкций

Технологическая себестоимость формируется из прямых затрат, связанных с расходованием ресурсов при проведении сварочных работ в цехе.

*Расчет материальных затрат*

К материальным затратам относятся затраты на сырье, материалы, энергоресурсы на технологические цели.

Материальные затраты ( $MЗ$ , руб.) рассчитываются по формуле .

*Стоимость конструкционного материала ( $C_{к.м}$ )*

Затраты на конструкционный материал, которым является сталь 09Г2С.

$$C_{к.м} = m_k \times C_{к.мр}$$

где  $m_k$  – масса конструкции, т;

$C_{к.м}$  - цена одной тонны конструкционного материала, руб.

$$C_{к.м} = 0,37 \cdot 40000 = 14800 \text{ руб.}$$

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						49
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

Стоимость конструкционного материала составляет 14800 руб. как для базового, так и проектируемого вариантов.

Расчет затрат на электродную проволоку Св-08Г2С проводим по формуле .

Исходные данные для расчетов:

$$L_{\text{шв}} = 40,8 \text{ м} = 4080 \text{ см}$$

$$F_{\text{нм}} = 60 \text{ мм}^2 = 0,60 \text{ см}^2.$$

$$V_{\text{нм}} = 4080 \cdot 0,60 = 2448 \text{ см}^3.$$

$$M_{\text{нм}} = 2448 \cdot 7,8 = 19094 \text{ г} = 19,094 \text{ кг}$$

Производим расчеты  $C_{\text{св.пр}}$  на изготовление одной металлоконструкции по формуле :

$$C_{\text{св.пр}} = M_{\text{нм}} \cdot \psi \cdot C_{\text{с.п.}} \cdot K_{\text{тр}},$$

где  $M_{\text{нм}}$  – масса наплавленного металла, кг;

$\psi$  - коэффициент разбрызгивания электродного металла (сварка в среде  $\text{CO}_2$  характеризуется разбрызгиванием электродного металла, для данного вида сварки = 1,15-1,20);

$C_{\text{с.п.}}$  - оптовая цена 1 кг сварочной проволоки, руб.;

$K_{\text{тр}}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05...1,08.

$$C_{\text{св.пр}} = 19,094 \cdot 1,2 \cdot 25 \cdot 1,05 = 602 \text{ руб. (базовый вариант – сварка в } \text{CO}_2 \text{)}$$

$$C_{\text{св.пр}} = 19,094 \cdot 1,2 \cdot 25 \cdot 1,05 = 602 \text{ руб. (проектируемый вариант – сварка в защитной смеси К-20).}$$

Расчет затрат на защитный газ проводим по формуле .

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						50
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

$$C_{\partial p} = t_{\text{осн}} \cdot q_{\text{зг}} \cdot k_p \cdot \Pi_{\text{зг (фл)}} \cdot K_m ,$$

где  $t_{\text{осн}}$  – время сварки в расчете на одно металлоизделие, мин.;

$q_{\text{зг}}$  – расход флюса, защитного газа, кг/ мин; л/мин.;

$k_p$  – коэффициент расхода флюса, газа;  $k_p = 1,1$ ;

$\Pi_{\text{зг(фл)}}$  – цена газа за один литр, флюса за 1 кг, руб.;

$K_{\text{тр}}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05...1,08.

Исходные данные:

$$t_{\text{осн}} = \frac{81,6}{15,5} = 5,26 \text{ ч} = 315,6 \text{ мин (базовый вариант)}$$

$$t_{\text{осн}} = \frac{81,6}{41,76} = 1,95 \text{ ч} = 117 \text{ мин (проектируемый вариант)}$$

Расход защитного газа  $q_{\text{зг}} = 11$  л/мин, и 19,6л/мин

$C_{\text{зг}} = 315,6 \cdot 11 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \cdot 1,05 = 3207,7 \text{ руб.}$  (базовый вариант – защитный газ  $\text{CO}_2$ )

$C_{\text{зг}} = 117 \cdot 19,6 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,05 = 2913,5 \text{ руб.}$  (проектируемый вариант – защитная смесь К-20).

Статья «Топливо и энергия на технологические цели» ( $C_{\text{эн}}$ , руб.) включает затраты на все виды топлива и энергии, которые расходуются в процессе производства данной продукции (силовая энергия).

Расчет затрат на электроэнергию на операцию проводим по формуле:

$$Z_{\text{э}} = \alpha_{\text{э}} \cdot W \cdot \Pi_{\text{э}},$$

где  $\alpha_{\text{э}}$  – удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, кВт·ч/кг;

Изм.	Лист	№ докум.	Под-	Дата

ДП 44.03.04.613 ПЗ

Лист  
51

$W$  – расход электроэнергии,  $кВт\cdot ч$ ;

$\Pi_{\text{Э}}$  – цена за 1  $кВт\cdot ч$ ;  $\Pi_{\text{Э}} = 3,16 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ .

Для укрупнённых расчётов величину  $\alpha_{\text{э}}$  можно принимать равной:

- при сварке на переменном токе,  $кВт\cdot ч/кг$  3...4;
- при многопостовой сварке на постоянном токе,  $кВт\cdot ч/кг$  6...8;
- при автоматической сварке на постоянном токе,  $кВт\cdot ч/кг$  5...8;
- под слоем флюса,  $кВт\cdot ч/кг$  3...4.

$$З_{\text{э}} = 8,5 \cdot 19,094 \cdot 3,16 = 512,86 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_{\text{э}} = 4,5 \cdot 19,094 \cdot 3,16 = 271,52 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Материальные расходы ( $MЗ$ ) на основные материалы на одно изделие (исключаем затраты на основной конструкционный материал) рассчитываются по формуле (2.15):

$$MЗ = C_{o.m} + C_{\text{эн}} + C_{\text{др}},$$

где:  $C_{o.m}$  - стоимость основных материалов в расчете на одно металлоизделие, руб.;

$C_{\text{эн}}$  - стоимость электроэнергии при выполнении технологической операции сварки металлоизделия, руб.

$C_{\text{др}}$  - стоимость прочих компонентов в расчете на одно металлоизделие.

*По базовому варианту:*

$$MЗ = 315,6 + 320,77 + 512,86 = 1149,23 \text{ руб.}$$

*По проектируемому варианту:*

$$MЗ = 117 + 291,35 + 271,52 = 679,87 \text{ руб.}$$

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						52
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

Расчет численности производственных рабочих. Определяем численность производственных рабочих (сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих  $Ч_{ор}$  определяется для каждой операции по формуле :

$$Ч_{ор} = \frac{T_{\text{произв. пр.}}}{\Phi_{ор} \cdot K_B},$$

где  $T_{\text{произв. пр.}}$  - трудоемкость производственной программы, *час.*;

$\Phi_{ор}$  - действительный фонд времени производственного рабочего ( $\Phi_{ор} = 1870$  *час.*);

$K_B$  – коэффициент выполнения норм выработки (1,1... 1,3).

$$Ч_{ор} = \frac{8450}{1870 \cdot 1,1} = 4,1 \text{ примем } Ч_{ор} = 4 \text{ чел. (базовый вариант)}$$

$$Ч_{ор} = \frac{4350}{1870 \cdot 1,1} = 2,11 \text{ примем } Ч_{ор} = 2 \text{ чел. (проектируемый вариант)}$$

Число рабочих округляется до целого числа с учетом количества оборудования. По базовой технологии работает четыре сварщика, по новой измененной технологии работают 2 сварщика.

При поточной организации производства число основных рабочих определяется по числу единиц оборудования с учетом его загрузки, возможного совмещения профессий и планируемых невыходов по уважительным причинам. Исходя из этого, определяем суммарное количество основных рабочих  $Ч_{ор}$ .

Расчет заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды.

Этот раздел предусматривает расчет основной и дополнительной заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды (социальных взносов), т.е. налоговых выплат, включаемых в себестоимость.

Расходы на оплату труда ( $З_{нр}$ ) рассчитываются по формуле (2.20).

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						53
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих ( $Z_{np}$ ) с отчислениями на социальное страхование на изготовление единицы изделия определяется по формуле (2.21).

Тарифная ставка зависит от квалификации сварщика:  $T_{cm}$  сварщик полуавтоматической сварки - 148 руб./час,  $T_{cm}$  сварщика автоматической сварки - 156 руб./час.

Рассчитанное:  $T_{шт-к} = 8,45 \text{ ч.} = 507 \text{ мин.}$  (базовый вариант);

$T_{шт-к} = 4,35 \text{ ч.} = 261 \text{ мин.}$  (проектируемый вариант).

Суммарная сдельная расценка на изготовление единицы изделия ( $P_{сд}$ ) определяется по формуле :

$$P_{сд} = \frac{T_{cm} \cdot T_{шт-к.}}{60},$$

где  $T_{cm}$  - тарифная ставка, руб./час.;

$T_{шт-к}$  - штучно-калькуляционное время выполнения сварочных работ в расчете на одно металлоизделие, мин.

$$P_{сд} = \frac{148 \cdot 507}{60} = 1250,6 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{сд} = \frac{156 \cdot 261}{60} = 679 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Доплата за вредные условия труда рассчитываются по формуле :

$$D_{вр} = \frac{T_{ст} \cdot T_{вр} \cdot (0,1 \dots 0,31)}{100 \cdot 60},$$

где  $D_{вр}$  – доплата за вредные условия труда, руб.;

$T_{cm}$  – тарифная месячная ставка, руб.  $T_{cm} = 156 \text{ руб.};$

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						54
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

$T_{ep}$  – время работы во вредных условиях труда, мин.  
 $T_{ep} = T_{ит-к} (0,1 \dots 0,31)$ , мин.; коэффициент в пределах (0,10...0,31).

$$D_{ep} = \frac{148 \cdot 507 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 2.5 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$D_{ep} = \frac{156 \cdot 261 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 1.35 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

$$З_{np} = 1250.6 \cdot 1,5 \cdot 1,3 + 2.5 = 2440 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_{np} = 679 \cdot 1,5 \cdot 1,3 + 1.35 = 1325 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитываем дополнительную заработную плату производственных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле :

$$ЗП_{\partial} = K_{\partial} \cdot ЗП_{O} \cdot K_{cc},$$

где  $ЗП_{\partial}$  – выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное на производстве время, руб.;

$ЗП_{O}$  – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$K_{\partial}$  – коэффициент дополнительной заработной платы.  $K_{\partial} = 1,13$ ;

$K_{cc}$  – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные взносы.  
 $K_{cc} = 1,3$ .

$$ЗП_{\partial} = 1,13 \cdot 791,73 \cdot 1,3 = 1163,05 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$ЗП_{\partial} = 1,13 \cdot 475,51 \cdot 1,3 = 698,52 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расходы на заработную плату основных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, рассчитанные по формуле (2.20), составляют:

$$З_{np} = ЗП_{O} + ЗП_{\partial},$$

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						55
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

где  $З_{П_0}$  – основная заработная плата, руб.;

$З_{П_д}$  – дополнительная заработная плата, руб.

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих ( $З_{пр}$ ) с отчислениями на социальное страхование определяется:

а) при применении сдельной оплаты труда

$$З_{пр} = 791,73 + = 1954,8 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_{пр} = 475,51 + 698,52 = 1174 \text{ руб. (проектный вариант).}$$

Приведем расчетные данные технологической себестоимости  $C_T$  изготовления годового объема выпуска металлоконструкций ( $N= 1000$  шт.) в таблицу 12

Таблица 12– Данные для расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска металлоконструкций

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Затраты на основные материалы, $C_{о.м}$ , руб.	1014070	743310
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), $C_{эн}$ , руб.	512860	271520
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $З_{пр}$ , руб.	1954800	1174000
Технологическая себестоимость годового выпуска, $C_T$ , руб.	3481730	2188830

## 2.4 Расчет полной себестоимости изделия

Перед расчетом полной себестоимости изготовления металлоконструкции рассчитывается технологическая, а затем производственная себестоимость изготовления одной металлоконструкции.



Производственная себестоимость ( $C_{пр}$ , руб.) включает затраты на производство продукции, обслуживание и управление производством, расчет  $C_{пр}$  проводят по формуле .

Общепроизводственные расходы  $P_{пр}$  определяются по формуле .

В статью «Общепроизводственные расходы» ( $P_{пр}$ , руб.) включаются расходы на:

- оплату труда управленческого и обслуживающего персонала цехов, вспомогательных рабочих;
- амортизацию оборудования;
- ремонт основных средств;
- охрану труда работников;
- содержание и эксплуатацию оборудования, сигнализацию, отопление, освещение, водоснабжение цехов и др.

*Затраты на амортизацию оборудования.* Рассчитываем по формуле (2.22) затраты на амортизацию при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, приходящиеся на одно изделие:

$$C_A = \frac{K_{об} \cdot H_A \cdot n_o \cdot T_{шт-к}}{100 \cdot \Phi_D \cdot K_O} \cdot K_O ,$$

где  $K_{об}$  – балансовая стоимость единицы оборудования, руб.;

$H_A$  – норма годовых амортизационных отчислений, %; для механизированной сварки  $H_A = 14,7$  %;

$\Phi_D$  – действительный эффективный годовой фонд времени работы оборудования, час.  $\Phi_D = 1914$  час.;

$T_{шт-к}$  – штучно-калькуляционное время на выполнение сварочной операции, час.;

$K_O$  – коэффициент загрузки оборудования,  $K_O = 0,9$ ;

$n_o$  – количество оборудования, шт.;

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						57
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

$K_B$  – коэффициент, учитывающий выполнение норм времени,  $K_B = 1,1$ .

$$C_A = \frac{255360 \cdot 14,7 \cdot 4 \cdot 8,45}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 1 = 602,63 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_A = \frac{1970066,56 \cdot 14,7 \cdot 2 \cdot 4,35}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 1 = 1196,69 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования рассчитываем по формуле (2.23):

$$C_p = \frac{K_{об} \cdot Д}{100},$$

где  $K_{об}$  – капитальные вложения в оборудование и техоснастку, руб.;

$Д$  принимается равным 3 %.

$C_p = \frac{255360 \cdot 3}{100} = 7660,8 \text{ руб./на производственную программу или } 7,66 \text{ руб. в расчете на одно металлоизделие (7660,8 руб./1000 шт.), - базовый вариант;}$

$C_p = \frac{1970066,56 \cdot 3}{100} = 59102 \text{ руб./на производственную программу или } 59,1 \text{ руб./на металлоконструкцию (59102 руб./1000 шт.), - проектируемый вариант.}$

Расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение) определяются формуле :

$$P_{пп}^* = \frac{\%P_{пп} \cdot 3П_o}{100},$$

где  $3П_o$  – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						58
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

$\%P_{\text{ПР}}$  – процент общепроизводственных расходов на содержание производственных помещений и прочих цеховых расходов,  $\%.$   $P_{\text{ПР}} = 10.$

$$P_{\text{ПР}1}^* = \frac{1954800 \cdot 10}{100} = 195480 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{ПР}2}^* = \frac{1174000 \cdot 10}{100} = 117400 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Общепроизводственные расходы определяются по формуле:

$$P_{\text{пр}} = C_A + C_p + P_{\text{ПР}}^*,$$

где  $C_A$  – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

$C_p$  - на ремонт и техническое обслуживание оборудования, руб.;

$P_{\text{ПР}}^*$  - расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение).

$$P_{\text{ПР}} = 602,63 + 7660,8 + 195480 = 203743,43 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{ПР}} = 1196,69 + 59102 + 117400 = 177698,69 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

В статью «Общехозяйственные расходы» ( $P_{\text{ХОЗ}}$ , руб.) включаются: расходы на оплату труда, связанные с управлением предприятия в целом, командировочные; канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы; амортизация; расходы на ремонт и эксплуатацию основных средств, отопление, освещение, водоснабжение заводоуправления, на охрану, сигнализацию, содержание легкового автотранспорта, обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний.

Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле (2.26).

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						59
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

$P_{ХОЗ}$  при изготовлении одной металлоконструкции:

$$P_{ХОЗ} = \frac{\%P_{ХОЗ} \cdot ЗП_o}{100},$$

$$P_{ХОЗ} = \frac{25 \cdot 1954,8}{100} = 488,7 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{ХОЗ} = \frac{25 \cdot 1174}{100} = 293,5 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

ЗП – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

%  $P_{ХОЗ}$  – процент общехозяйственных расходов, %. %  $P_{ХОЗ} = 25$ .

Производственная себестоимость годового выпуска металлоконструкций при базовом и проектируемом вариантах технологии  $C_{ПР}$  рассчитывается по формуле :

$$C_{ПР} = C_T + P_{np} + P_{ХОЗ}$$

где  $C_T$  – технологическая себестоимость, руб.;

$P_{np}$  – общепроизводственные (цеховые) расходы, руб.;

$P_{ХОЗ}$  – общехозяйственные расходы, руб.

$$C_{ПР} = 3481730 + 203743,43 + 488700 = 4174173,43 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{ПР} = 2188830 + 177698,69 + 293500 = 2660028,69 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расчет коммерческих расходов. В статью «Коммерческие расходы» ( $P_k$ , руб.) включаются расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках. Эти расходы рассчитываются по формуле :

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						60
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

$$P_{\kappa} = \frac{\% P_{\kappa} \cdot C_{\text{пр}}}{100},$$

где  $\%P_{\kappa}$  – процент коммерческих расходов от производственной себестоимости,  $\%P_{\kappa} = 0,1-0,5\%$ .

$$P_{\kappa} = \frac{0,1 \cdot 4174173,43}{100} = 4174,17 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\kappa} = \frac{0,1 \cdot 2660028,69}{100} = 2660,03 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Полная себестоимость годового объема выпуска металлоконструкций ( $C_{\Pi}$ ) включает затраты на производство ( $C_{\text{пр}}$ ) и коммерческие расходы ( $P_{\kappa}$ ) и рассчитывается по формуле (2.29):

$$C_{\Pi} = C_{\text{пр}} + P_{\kappa},$$

где  $P_{\kappa}$  – коммерческие расходы, руб.

$$C_{\Pi} = 4174173,43 + 4174,17 = 4178347,6 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\Pi} = 2660028,69 + 2660,03 = 2662689 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 13.

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						61
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

Таблица 13 – Калькуляция полной себестоимости годового выпуска изготавливаемых металлоконструкций по сравниваемым вариантам

Наименование статей калькуляции	Значение, руб.		Отклонения, руб.
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	
Объем годового выпуска продукции, N, шт.	1000	1000	
1. Материальные затраты, МЗ:	1149230	679870	499360
2. Заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды, З <sub>пр</sub>	1954800	1174000	780800
3. Технологическая себестоимость Ст, руб.	3481730	2188830	1292900
4. Общепроизводственные расходы, Р <sub>ПР</sub>	203743,43	177698,69	26044,74
5. Общехозяйственные расходы, Р <sub>ХОЗ</sub>	488700	293500	195200
6. Производственная себестоимость, С <sub>Пр</sub>	4174173,43	2660028,69	1514144,74
7. Коммерческие расходы, Р <sub>к</sub> ,	4174,17	2660,03	1514,14
8. Полная себестоимость, С <sub>П</sub>	4178347,6	2662689	1515658,6

## 2.5 Расчет основных показателей сравнительной эффективности

Расчет основных показателей сравнительной эффективности проводим по варианту Б, как случай проектирования конструкторско-технологических усовершенствований, обеспечивающих выполнение сварочных работ для металлоконструкций, используемых в качестве товарной продукции, т.е. - реализуемой на сторону.

Годовой выпуск продукции (воздухосборник) составляет 1000 шт.

Годовая экономия ( - ) или превышение ( + ) по технологической себестоимости,  $\Delta C$  рассчитывается по формуле:

$$\Delta C = (C_{T1} - C_{T2}) N,$$

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						62
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

где  $C_{т1}$ ,  $C_{т2}$  - технологическая себестоимость годового объема выпуска детали по сравниваемым вариантам (1 - базовый вариант; 2 - проектируемый вариант), руб.;

$N$  - годовой объем выпуска металлоизделий, шт.

В данном расчете *годовая экономия по технологической себестоимости* составит в соответствии с формулой :

$$\Delta C = (3481,73 - 2188,83) \cdot 1000 = 1292900 \text{ руб.}$$

технологическая себестоимость в проектируемом варианте превышает технологическую себестоимость в базовом варианте за счет расходов на вспомогательные материалы (сварочная проволока, газ)

Расчет прибыли от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам,  $\Pi$ , руб. рассчитываем по формуле (2.33).

Сначала рассчитываем отпускную цену металлоконструкции ( $\Pi$ , руб.) по формуле (2.31) по базовому и проектируемому вариантам. Среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции,  $K_p$ , определяющий среднеотраслевую норму доходности продукции и учитывающий изменение качества металлоизделия (надежность, долговечность) в эксплуатации принимаем равным соответственно в базовом варианте - 1,3; в проектируемом - 1,5.

$$\Pi = C_n * K_p ,$$

где  $C_n$  - полная себестоимость металлоизделия, руб./шт.;

$K_p$  - среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции.

$$\Pi_1 = 4178,34 \cdot 1,3 = 5431,84 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = 2662,68 \cdot 1,5 = 3994,02 \text{ руб.}$$

Рассчитываем выручку от реализации годового объема металлоизделий (В) по формуле по базовому и проектируемому вариантам:

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						63
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

$$B = Ц * N$$

$$B_1 = 5431,84 \cdot 1000 = 5431840 \text{ руб.}$$

$$B_2 = 3994,02 \cdot 1000 = 3994020 \text{ руб.}$$

Соответственно, прибыль от реализации годового объема металлоизделий в соответствии с формулой по базовому и проектируемому вариантам будет равна разнице между выручкой и полной себестоимостью производственной программы выпуска металлоизделий:

$$\Pi = B - C_{\Pi}$$

$$\Pi_1 = 5431840 - 4178347,6 = 1253492,4 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = 3994020 - 2662689 = 1331331 \text{ руб.}$$

Изменение (прирост, уменьшение) прибыли  $\Delta\Pi$  в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым рассчитывается по формуле :

$$\Delta\Pi = \Pi_2 - \Pi_1,$$

где  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$  – прибыль соответственно в базовом и проектируемом вариантах.

$$\Delta\Pi = 1331331 - 1253492,4 = 77838,6 \text{ руб.}$$

Определение точки безубыточности (критического объема выпуска металлоконструкций,  $N_{кр}$ ) проводим по формуле по базовому и проектируемому вариантам:

$$N_{кр} = \frac{C_{\text{пост}}}{Ц - C_{\text{пер.}}},$$

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						64
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		



где  $N_{кр}$  - критический объем выпуска продукции, металлоизделий в расчете на год;

$C_{пост.}$  - постоянные затраты (полная себестоимость годовой производственной программы выпуска металлоизделий,  $C_{п}$ , за вычетом технологической себестоимости в расчете на годовую программу выпуска,  $C_{т}$ );

$\Pi$  - отпускная цена металлоконструкции, руб./изделие;

$C_{пер.}$  - переменные затраты, включающие технологическую себестоимость единицы изделия, руб./изделие.

$$N_{кр1} = \frac{4178347,6 - 3481730}{5431,84 - 3481,73} = 357 \text{ шт.}$$

$$N_{кр2} = \frac{2662689 - 2188830}{3994,02 - 2188,83} = 262 \text{ шт.}$$

Расчет рентабельности продукции,  $R$ , проводим по формуле :

$$R = \frac{\Pi}{C_n} * 100$$

$$R_1 = \frac{1253492,4}{4178347,6} \cdot 100 = 30 \%$$

$$R_2 = \frac{1331331}{2662689} \cdot 100 = 50 \%$$

Расчет производительности труда (выработка в расчете на 1 производственного рабочего (в базовых ценах), тыс. руб./чел.),  $\Pi_{тр}$  производим по формуле соответственно по базовому и проектируемому вариантам:

$$\Pi_{тр} = \frac{B}{\Pi_{ор}} ,$$

где  $B$  - выручка от реализации годового объема металлоизделий, руб.;

$\Pi_{ор}$  – численность производственных рабочих, чел.

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						65
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

Расчет срока окупаемости капитальных вложений  $K$ ,  $T_{ок}$ :

Расчет срока окупаемости капитальных вложений по проектируемому варианту,  $T_{ок}$  производим по формуле :

$$T_o = \frac{K_d}{П} ,$$

где  $K_d$  –общие капитальные вложения, руб.;

$П$  –Прибыль , руб.

$$T_o = \frac{3994020}{1331331} = 3 \text{ года}$$

После проведения экономических расчетов необходимо сгруппировать результирующие показатели экономической эффективности в виде таблицы 14, которая может быть представлена в качестве иллюстративного материала при защите ВКР.

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						66
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

Таблица 14 – Техничко-экономические показатели проекта

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Значение показателей		Изменение показателей (+,-)
			Базовый вариант	Проектируемый вариант	
	Годовой выпуск продукции, N	шт.	1000	1000	
	Выручка от реализации годового выпуска продукции, В	руб.	5431840	3994020	-1437820
	Капитальные вложения, К	руб.	1021440	3940133,12	2918693,12
	Технологическая себестоимость металлоизделия, С <sub>т</sub>	руб.	3481730	2188830	-1292900
	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, С <sub>п</sub>	руб.	4178347,6	2662689	-1515658,6
	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	руб.	1253492,4	1331331	77838,6
	Численность производственных рабочих, Ч	чел.	4	2	-2
	Производительность (выработка в расчете на 1 производственного рабочего, в базовых ценах), П <sub>тр</sub>	тыс.руб./чел.	1357,96	1997,01	639,05
	Рентабельность продукции, R	%	30	50	20
	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений (Т <sub>ок</sub> )	лет	3		
	Точка безубыточности (критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	357	262	-95

Вывод: Предложенный в проекте технологический способ сварки металлоизделия эффективен, прежде всего, в сфере эксплуатации за счет повышения долговечности сварных соединений конструкции металлоизделия.

В сфере производства изделия экономия по себестоимости обеспечена лишь за счет сокращения доли общепроизводственных и общехозяйственных расходов в удельной себестоимости металлоизделия, поскольку эти затраты, оставаясь неизменными в целом по предприятию, списываются на себестои-

мость изделий пропорционально заработной плате производственных рабочих, численность которых в проектируемом варианте сократилась в 2 раза.

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						68
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

### 3 МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В технологической части дипломного проекта разработана технология сборки и сварки «Днище». В процессе разработки предложено заменить ручную дуговую на автоматическую в среде защитных газов. В технологическом разделе предложена замена оборудования на современное, т.е. предложено использование автоматов для производства сварки. Это в свою очередь предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт такого оборудования.

К сборке-сварке по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» не ниже 5-го разряда. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением». В связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки квалификации рабочих сварочной профессии и провести переподготовку квалификации в рамках данного промышленного предприятия.

Целью методической части дипломного проекта является разработка учебно-программной документации для подготовки рабочих сварочного производства, с участием которых возможна реализация спроектированной в дипломном проекте технологии в условиях промышленного предприятия.

#### 3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

1. Профессиональный стандарт «Сварщик» (код 40.002, рег. № 14, приказ Минтруда России № 701н от 28.11.2013 г., зарегистрирован Минюстом России 13.02.2014г., рег. № 31301)

2. Профессиональный стандарт «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» (код 40.109, рег. №

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						69
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

664, Приказ Минтруда России № 916н от 01.12.2015 г., зарегистрирован Минюстом России 31.12.2015 г., рег. № 40426).

На первом этапе рассмотрим функциональную карту видов трудовой деятельности по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда), так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением полуавтоматической сварки в среде защитных газов. В таблице 14 приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением».

Таблица 14 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» и «Оператор автоматической сварки плавлением»

Характеристики	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор автоматической сварки плавлением
Трудовая действия	Проверка работоспособности, исправности и настройка сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей). Контроль с применением измерительного инструмента сваренных частично механизированной сваркой (наплавкой) сложных и ответственных конструкций на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.	задание, конструкторскую и производственно-технологическую документацию. Готовит рабочее место и средства индивидуальной защиты. Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования. Собирает конструкцию под сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки.

Трудовые действия	<p>Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настройка сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей).</p> <p>Выполнение частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных соединений</p>	<p>Изучает производственное задание, конструкторскую и производственно-технологическую документации.</p> <p>Готовит рабочее место и средства индивидуальной защиты.</p> <p>Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования.</p>
Необходимые умения:	<p>Проверять работоспособность, исправность и настраивать сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей).</p> <p>Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.</p> <p>Исправлять дефекты частично механизированной сваркой (наплавкой).</p> <p>Владеть техникой частично механизированной сварки (наплавки) плавлением конструкций любой сложности.</p> <p>Участвовать (на основе знаний и практического опыта) в выполнении уникальных и в исследовательских работах по частично механизированной сварке (наплавки) плавлением.</p>	<p>Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку.</p> <p>Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.</p> <p>Владеть техникой полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов.</p> <p>Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования для своевременной корректировки режимов в случае отклонений параметров процесса сварки, отклонений в работе оборудования или при неудовлетворительном качестве сварного соединения.</p> <p>Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций (изделий, узлов, деталей) на соответствие требованиям конструкторской и производственно-</p>

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						71
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

		технологической документации. Исправлять выявленные дефекты сварных соединений.				
Необходимые знания	<p>Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением.</p> <p>Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Сварочные (наплавочные) материалы для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций.</p> <p>Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.</p> <p>Методы контроля и испытаний ответственных сварных конструкций. Порядок исправления дефектов сварных швов.</p>	<p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах.</p> <p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов. Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением.</p> <p>Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением.</p> <p>Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.</p> <p>Требования к сборке конструкции под сварку.</p> <p>Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.</p> <p>Требования к качеству сварных соединений.</p>				
		<p>Виды и методы контроля.</p> <p>Виды дефектов, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения.</p> <p>Правила технической эксплуатации электроустановок.</p> <p>Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ.</p> <p>Правила эксплуатации газо</p>				
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата	ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис 72



		вых баллонов
Другие характеристики:	Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой функцией: сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную и с механизированной подачей проволоки: сварка дуговая порошковой самозащитной проволокой; сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой; сварка дуговая под флюсом порошковой проволокой; сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в инертном газе; сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в активном газе; сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе.	Область распространения в соответствии с данной трудовой функцией: сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой; сварка дуговая под флюсом ленточным электродом; сварка дуговая под флюсом с добавлением металлического порошка; сварка дуговая под флюсом порошковой проволокой; сварка дуговая под флюсом порошковым ленточным электродом; сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе (MIG-сварка); сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе (MAG-сварка); сварка дуговая вольфрамовым электродом в инертном газе с присадочным сплошным материалом (проволокой или стержнем) (TIG-сварка); сварка дуговая вольфрамовым электродом в инертном газе без присадочного материала (TIG-сварка); сварка дуговая неплавящимся вольфрамовым электродом в активном газе (TAG-сварка), плазменная плавящимся электродом в инертном газе (PlasmaMIG сварка); сварка дуговая плазменная с присадочным порошковым материалом; сварка плазменная дугой прямого действия; сварка плазменная дугой
		косвенного действия; сварка плазменная с переключаемой дугой.

*Вывод: результатом сравнения Профессиональных стандартов рабочих по профессиям «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением» является следующее:*

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						73
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

*Вывод: результатом анализа по профессиям «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением» является следующее: Должен знать: электрические схемы и конструкции различных типов сварочных автоматов, полуавтоматов, плазмотронов и источников питания; механические и технологические свойства свариваемых металлов, включая высоколегированные стали; механические свойства наплавленного металла; технологическую последовательность наложения швов и режим сварки; виды дефектов в сварных швах, причины их возникновения и методы устранения; способы контроля и испытания ответственных сварных швов.*

После проведения сравнительного анализа Профессиональных стандартов по профессии Оператор автоматической сварки плавлением должен знать:

- оборудование автоматической и механизированной дуговой сварки его типы, устройство, основные технические характеристики, правила его обслуживания и управления;
- устройство различных сварочных автоматов, полуавтоматов, плазмотронов, источников питания;
- основы электротехники в пределах выполняемых работ;
- марки и типы сварочных материалов;
- способы испытания сварных швов;
- виды дефектов в сварных швах и методы их предупреждения и устранения;
- влияние режимов сварки на геометрию сварного шва,
- механические свойства свариваемых металлов.

уметь выполнять следующие виды работ:

- автоматическую и полуавтоматическую сварку сложных строительных конструкций;
- производить автоматическую и механизированную сварку во всех пространственных положениях сварного шва узлов, конструкций и трубопро-

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						74
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

водов из углеродистых и конструкционных сталей;

– автоматическую и механизированную наплавку сложных деталей, механизмов, конструкций.

На основании данного сравнения Профессиональных стандартов возможна разработка программы переподготовки квалификации.

### 3.3 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

В соответствии с рекомендациями Института развития профессионального образования учебный план для переподготовки рабочих предусматривает наименование и последовательность изучения предметов, распределение времени на теоретическое и практическое обучение, консультации и квалификационный экзамен. Теоретическое обучение при переподготовке рабочих содержит экономический, общепромышленный и специальный курсы. Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при переподготовке определяется в зависимости от характера и сложности осваиваемой профессии, сроков и специфики профессионального обучения рабочих. Количество часов на консультации определяется на местах в зависимости от необходимости этой работы. Время на квалификационный экзамен предусматривается для проведения устного опроса и выделяется из расчета до 15 минут на одного обучаемого. Время на квалификационную пробную работу выделяется за счет практического обучения. Исходя из сравнительного анализа Профессиональных стандартов и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», который представлен в таблице 21 Продолжительность обучения 1 месяц.

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						75
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

Таблица 15- Учебный план переподготовки рабочих по профессии

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ		
1.1	Основы экономики отрасли	2
1.2	Материаловедение	3
1.3	Основы электротехника	3
1.4	Чтение чертежей	3
1.5	Спецтехнология	33
2. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ		
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей на учебно-производственном участке	34
2.2	Работа на предприятии	62
	Консультации	4
	Квалификационный экзамен	8
	ИТОГО	152

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

### 3.4 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

Основной задачей теоретического обучения является формирование у обучаемых системы знаний об основах современной техники и технологии производства, организации труда в объеме, необходимом для прочного овладения профессией и дальнейшего роста профессиональной квалификации рабочих, формировании ответственного отношения к труду и активной жизненной позиции. Программа предмета «Спецтехнология» разрабатывается на основе квалификационной характеристики, учебного план переподготовки и учета требований работодателей.

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						76
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

Таблица 16– Тематический план предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Источники питания для автоматической и полуавтоматической сварки	2
2	Стандартное механическое оборудование	2
3	Оборудование для автоматической сварки	6
3.1	Устройство и основные узлы роботизированного сварочного автомата	3
3.2	Типовые конструкции сварочной головки	3
4	Технология автоматической сварки	18
4.1	Сварочные материалы, используемые при автоматической сварке	4
4.2	Особенности автоматической сварки	4
4.3	Режимы автоматической сварки	4
4.4	Механическое оборудование, используемое для автоматической сварки	6
5	Контроль качества сварных швов	3
6	Техника безопасности при работе на автоматических сварочных установках	2
	Итого:	33

### 3.5 Разработка плана - конспекта урока

Тема урока «Устройство и основные узлы сварочных автоматов для сварки в среде защитных газов»

Цели занятия:

Обучающая: Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочного автомата, их назначении и принципе работы.

Развивающая: развивать техническое и логическое мышление, память, внимание.

Воспитательная: воспитывать сознательную дисциплину на занятии, ответственность и бережное отношение к оборудованию учебного кабинета

Тип урока: урок новых знаний.

Методы обучения: словесный, наглядный, объяснительно-иллюстративные методы.

Дидактическое обеспечение занятия:

– **плакат:** «Сварочная головка А-1406»

Структура урока:

1. Организационный момент;

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						77
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

2. Подготовка обучающихся к изучению нового материала;  
Сообщение темы и цели занятия;  
Актуализация опорных знаний.
3. Изложение нового материала
4. Первичное закрепление.

Таблица 17-План- конспект урока

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 3 минут	Здравствуйте, прошу вас садиться, приготовьте тетради и авторучки.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 2 минуты	Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование для дуговой механизированной и автоматической сварки в среде защитных газов » Тема занятия: «Устройство и основные узлы сварочных автоматов для сварки в среде защитных газов». Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочного автомата для сварки в среде защитных газов»	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. Мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока.
Актуализация опорных знаний 10 минут	Для того что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам: 1. Чем отличается аппарат для механизированной сварки от аппарата для автоматической сварки? 2. Почему применяют унифицированные узлы на полуавтоматах и автоматах? 3. Расскажите о системе обозначения аппаратов для дуговой сварки.	Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.

Изложение нового ма- териала 25 минут	<p>Хорошо! Повторили предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Назначение сварочного автомата;</li><li>– Основные узлы и механизмы автомата;</li><li>– Комплектование сварочного поста.</li></ul> <p>По ходу изложения материала прошу записывать основные моменты, на которые я буду обращать внимание.</p> <p>Прошу сосредоточиться и не мешать мне и своим товарищам.</p> <p>В настоящее время широко применяется</p>	<p>Прошу учащихся записать определение, что такое сварочный автомат и его назначение. По мере изложения материала прошу смотреть на рисунки и схемы автомата. Вместе разбираем устройство механизмов, схемы,</p>

	<p>механизированная сварка.</p> <p>Это объясняется высокой маневренностью полуавтоматов, возможностью производить сварку в труднодоступных местах. Механизированная сварка широко применяется на конвейерных линиях в машиностроении при сварке корпусов всех видов транспортных средств и строительно-монтажных конструкций при их предварительной сборке и сварке и т. д.</p> <p><i>Сварочная головка А-1406.</i> Автомат подвесной предназначен для дуговой сварки и наплавки сплошной и порошковой проволокой низкоуглеродистых и легированных сталей. Автомат обеспечивает следующие способы наплавки: в среде защитного газа; открытой дугой порошковой проволокой и лентой; под слоем флюса сплошной проволокой; открытой дугой расщепленным электродом (по спецзаказу). Сварка производится на постоянном токе с независимыми от параметров дуги скоростями сварки и подачи электродной проволоки. Автомат, установленный на наплавочные станки типа У653, У654, обеспечивает наплавку наружных и внутренних цилиндрических и конических поверхностей, а также плоских горизонтальных поверхностей.</p>	<p>записываем</p> <p>основные моменты.</p> <p>Давайте разберем подробно сварочную головку.</p> <p>Показываю плакат с общим видом.</p> <p>Обращаю внимание обучающихся на плакат с общим видом, и начинаем разбирать основные части.</p>
--	---	---

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис 80
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		



Продолжение таблицы 17

1	2	3
	Давайте рассмотрим устройство сварочной головки. Показываю плакат и объясняю устройство: 1-Подающий механизм; 2-Подвеска для крепления подающего механизма; 3-Механизм вертикального перемещения; 4-Самоходная тележка; 5-Кассета; 6-Пульт управления; 7-Опорный монорельс; 8-Фиксатор от опрокидывания;	Рассказываю о устройстве сварочной головки. Записываем основные моменты. Зарисовываем.
Домашнее задание	Домашнее задание: работа с конспектом разберите и запомните устройство и основные узлы сварочного автомата. Кроме того разберите раздел учебника В.С. Виноградов- «Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки»	Разбираем домашнее задание, что нужно повторить к следующей теме.

### 3.4 Вывод по методическому разделу

Методическая часть дипломного проекта является самостоятельной творческой деятельностью педагога профессионального образования. Выполняя методическую часть дипломного проекта:

- изучили и проанализировали профессиональный стандарт рабочих по профессии **«Оператор автоматической сварки плавлением»**
- составили учебный план для профессиональной переподготовки **«Оператор автоматической сварки плавлением»**
- разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;
- разработали план- конспект урока по предмету «Спецтехнология», в котором максимально использовали результаты разработки технологического раздела дипломного проекта;
- разработали средства обучения для выбранного занятия.

Считаю, что данную разработку, возможно, использовать в процессе переподготовки рабочих по профессии **«Оператор автоматической сварки плавлением»**, ее содержание способствует решению основной задачи про-

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						81
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

фессиионального образования – подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						82
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения дипломного проекта был проанализирован базовый вариант изготовления днище кислотохранилища, выявлены его минусы. Были рассмотрены различные способы сварки и выбран один. Сделаны расчеты режимов сварки.

Рассчитана экономическая эффективность проектируемого способа, которая доказала, что проектируемый способ является экономически выгодным для производства.

Разработана программа переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						83
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. - 342 с.
- 2 Красовский, А.И. Основы проектирования сварочных цехов / А.И. Красовский. - М.: Машиностроение, 1980. - 230 с.
- 3 Нормативы времени и режимы сварки по флюсом и в защитных газах. - Екатеринбург: Уралмашзавод, 2004. - 50 с.
- 4 Куркин, С.А. Сварные конструкции / С.А. Куркин, Г.А. Николаев. - М.: Высш. шк., 1991. - 345 с.
- 5 Четвертко, А.И. Оборудование для механизированной дуговой сварки и наплавки / А.И. Четвертко, В.Е. Патон, В.А. Тимченко. - М.: Машиностроение, 1981. - 546 с.
- 6 Гуревич, С.М. Справочник по сварке металлов / С.М. Гуревич. - Киев: Наукова думка, 1981. - 608 с.
- 7 Милютин, В.С. Источники питания для сварки / В.С. Милютин, В.А. Коротков. - Челябинск: Металлургия Урала, 1999. - 242 с.
- 8 Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т3. / В.И. Анурьев. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1980. - 557 с.
- 9 Бордовская, Н.В. Педагогика: учеб. для вузов. / Н.В. Бордовская, А.А. Реан. - СПб.: Питер, 2003. - 304 с.
- 10 Патон, Е.О. Инструкция по нормированию расхода материалов при сварке и наплавке (типовая) ТИ143-86 - Киев: ИЭС им. Патона, 1986. - 44 с.
- 11 Оборудование для дуговой сварки / Н.И. Никифоров, Т.П. Козлов, В.В. Смирнов [и др.]. - Под ред. В.В. Смирнова. - Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. - 656 с.

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						84
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

- 12 Нормирование расхода материальных ресурсов в машиностроении: Справочник: В2-х т. Т.2. /Г.М.Покарев, А.А.Зайцев, О.В.Карасев и др.; Под ред. Г.М.Покарева и др. – М.: Машиностроение, 1988. – 448 с.
- 13 Джевага, И.И. Механизированная электродуговая сварка под флюсом / И.И. Джевага. - М.: Машиностроение, 1968. - 360 с.
- 14 Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Технологические основы сварки плавлением и давлением» / сост. Л.Т. Плаксина, И.И. Панов. - Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. университет», 2012. - 38 с.
- 15 Рымов, Е.В. Новые сварочные приспособления/ Е.В. Рымов, - Л.: Стройиздат, 1988.-125 с.
- 16 Гитлевич, А.Д. и Этингоф Л.А. Механизация и автоматизация сварочного производства / А.Д. Гитлевич, Л.А. Этингоф. - М.: Машиностроение, 1979. – 280 с.
- 17 Севбо, П.И. Конструирование и расчет механического сварочного оборудования / П.И. Севбо. – Киев: Наук. думка, 1978. – 400с
- 18 Походня, И.К. Металлургия дуговой сварки. /И.К. Походня, И.Р. Явдошин, А.П. Пальцевич, А.С. Котелчук. Под редакцией Походни И.К. – Киев: Наукова думка 2004. – 442 с.
- 19 Теория сварочных процессов: учебник для вузов / А.В. Коновалов, А.С.Куркин. Э.Л. Макаров; под ред. В.М. Неровного. – 2-е издание., испр. И доп. – М.: Изд-во МГТУ, 2007. – 752 с.
- 20 Сварочные материалы для дуговой сварки: справочное пособие: 2 т. Т. 1 Защитные газы и сварочные флюсы / Б.П. Конищев [и др.]; под общ. ред. Н.Н. Потапова.- М.: Машиностроение, 1989. – 544 с.
- 21 Алешин, Н.П. Сварка, наплавка, контроль: в 2-х томах / Т.1 Н.П. Алешин – М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 384 с.
- 22 Куркин, С. А. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций: Атлас: Учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов. – М.: Машиностроение, 1989. –

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						85
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

327 с.

23 Китаев, А. М. Справочная книга сварщика /А.М.Китаев – М.:«Машиностроение», 1985. – 256 с. (Серия справочников для рабочих).

24 Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Редкол.: Г.А. Николаев (пред.) и др.–М.: Машиностроение, 1979–т. 3/ Под ред. В.А. Винокурова. 1979. 567 с., ил.

25 Николаев Г.А. Расчет, проектирование и изготовление сварных конструкций. - М.: «Высш. школа», 1971. – 760 с.

26 Николаев Г.А., Винокуров В.А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование: Учеб. для вузов/Под ред. Г.А. Николаева.- М.: Высш. шк., 1990.-446 с.: ил.

27 Чернышов, Г.Г. Технология электрической сварки плавлением. / Г.Г. Чернышов, - М.: Издательский центр Академия. 2006. – 448 с.

28 Батышев, С.Я. Профессиональная педагогика: учебник для студентов, обучающихся по педагогическим специальностям и направлениям / С.Я. Батышев [и др.]. – М.: Ассоциация «Профессиональное образование», 1997. – 512 с.

29 Беспалько, В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения / В.П. Беспалько. – М.: 1995. – 336 с.

30 Багрянский, К.В. Теория сварочных процессов [Текст] / К.В. Багрянский, З.А. Добротина, К.К. Хренов, –Киев: Вища школа, 1976. – 424 с.

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						86
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		

					ДП 44.03.04.613 ПЗ	Лис
						87
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дата		